

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Е. М. ШЕНТЕРОВА

А. Н. РОЖКОВА

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ»



Владимир 2015

УДК 63:53  
ББК 40.4  
Ш47

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
кафедры земледелия и методики опытного дела  
Российского государственного аграрного университета –  
МСХА имени К. А. Тимирязева  
*О. А. Савоськина*

Кандидат биологических наук старший преподаватель  
кафедры биологии и экологии Владимирского государственного  
университета имени Александра Григорьевича  
и Николая Григорьевича Столетовых  
*О. В. Савельев*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Шентерова, Е. М.**

Ш47      Лабораторный практикум по дисциплине «Общая биология» / Е. М. Шентерова, А. Н. Рожкова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – 76 с. – ISBN 978-5-9984-0567-9.

Лабораторный практикум охватывает разделы курса «Основы цитологии», «Размножение и индивидуальное развитие организмов», «Основы генетики», «Основы учения об эволюции органического мира», «Антропогенез», «Эволюция биосферы». Представленные лабораторные работы разной сложности, выполняемые индивидуально, в парах или группах, объединяют полученные знания по химии, биологии, цитологии, учат работе с микроскопом, умению анализировать полученную информацию, применять методы моделирования и статистики.

Предназначен для студентов направлений 021900.62 – Почвоведение, 350303.62 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 23. Библиогр.: 10 назв.

УДК 63:53  
ББК 40.4

ISBN 978-5-9984-0567-9

© ВлГУ, 2015

## Введение

Биология – это комплекс наук о живой природе.

Биология изучает все проявления жизни: строение, функции, развитие и происхождение живых организмов, их взаимоотношения в природных сообществах со средой обитания и с другими живыми организмами.

С тех пор как человек стал осознавать свое отличие от животного мира, он начал изучать окружающий его мир.

Сначала от этого зависела его жизнь. Первобытным людям необходимо было знать, какие живые организмы можно употреблять в пищу, использовать в качестве лекарств, для изготовления одежды и жилищ, а какие из них ядовиты или опасны.

С развитием цивилизации человек смог позволить себе такую роскошь, как занятие наукой в познавательных целях.

Исследования культуры древних народов показали, что они имели обширные знания о растениях, животных и широко их применяли в повседневной жизни.

Современная биология – комплексная наука, для которой характерно взаимопроникновение идей и методов различных биологических дисциплин, а также других наук – прежде всего физики, химии и математики.

Общая биология (от греч. *bios* – жизнь и *logos* – наука) изучает основные закономерности жизненных явлений, протекающих на различных уровнях организации живого. Предметом ее изучения являются живые организмы, их строение, функции, развитие, взаимоотношение со средой и происхождение.

Биология – одна из самых сложных естественных наук. Сложность любой биологической системы, способной к самостоятельному существованию, намного превосходит сложность объектов неживой природы или технических устройств.

Любой специалист – исследователь растительного и животного мира – всегда не только ботаник, зоолог, но и эколог, поскольку невозможно изучать тот или иной организм в отрыве от его местообитания.

Курс биологии в подготовке специалиста занимает особое место. Его предназначение заключается в формировании целостного восприятия биологической науки, понимания ее места в системе фундаментальных и прикладных дисциплин, восприятия дифференциальных аспектов живых объектов с точки зрения небιологических дисциплин, установлению связей между тематическими направлениями биологии, ботаники, зоологии, анатомии и физиологии человека, изучаемыми в тематических курсах. Курс закладывает целостное восприятие некоторых ключевых тем и понятий как биологической, так и экологической наук, занимающих важное место в ряде тематических дисциплин.

Практикум предназначен для использования во время лабораторных работ, а также для самостоятельной работы дома.

Студенты ознакомятся со строением микроскопов и техникой микроскопирования; строением, функционированием и делением клетки, размножением организмов и онтогенезом; основными закономерностями наследования признаков на организменном, клеточном и молекулярном уровнях; концепциями происхождения и развития живой природы, характеристиками критериев видов и популяций.

В каждой теме отдельно выделены цели занятия, оборудование, подобран теоретический материал по изучаемой теме и указана последовательность действий во время занятий.

Предлагаются примерные задания и ситуационные задачи для контроля усвоения материала. Помещены задачи по генетике разных уровней сложности, даны подробные пояснения к решению типовых вариантов таких задач. Содержится много таблиц для заполнения во время занятий и для самостоятельной работы дома в целях итогового контроля знаний.

## Лабораторная работа № 1

### УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА И ПРАВИЛА РАБОТЫ С НИМ

**Цель работы:** познакомиться со строением микроскопа и сформировать навыки практической работы с увеличительным прибором.

**Материалы и оборудование:** микроскопы, постоянные микропрепараты клетки, таблицы и схемы устройства микроскопов.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть.*

В 1665 г. англичанин Роберт Гук сконструировал собственный микроскоп и опробовал его на пробке. В результате этого исследования появилось название «клетки» (рис. 1).



Рис. 1. Микроскоп Гука

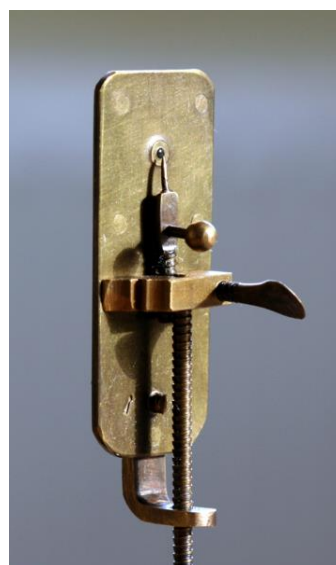


Рис. 2. Реплика  
однолинзового  
микроскопа Левенгука

Антони ван Левенгук (1632 – 1723) считается первым, кто сумел привлечь к микроскопу внимание биологов, несмотря на то, что простые увеличительные линзы уже производились с 1500-х годов, а увеличительные свойства наполненных водой стеклянных сосудов упоминались ещё древними римлянами (Сенека). Изготовленные вручную микроскопы ван Левенгука (рис. 2) представляли собой очень небольшие изделия с одной очень сильной линзой. Они были неудобны в использовании, однако позволяли очень детально рассматривать

изображения лишь из-за того, что не перенимали недостатков составного микроскопа (несколько линз такого микроскопа удваивали дефекты изображения). Понадобилось около 150 лет развития оптики, чтобы составной микроскоп смог давать такое же качество изображения, как простые микроскопы Левенгука. Так что, хотя Антони ван Левенгук был великим мастером микроскопа, он не был его изобретателем вопреки широко распространённому мнению.

Микроскоп – это оптический прибор, позволяющий получить обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза (рис. 3).

Разрешающая способность микроскопа дает раздельное изображение двух близких линий. Невооруженный человеческий глаз имеет



Рис. 3. Современный оптический микроскоп

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.

Разрешающая способность и увеличение – не одно и то же. Если с помощью светового микроскопа получить фотографии двух линий, расположенных на расстоянии менее 0,2 мкм, то, как бы ни увеличивать изображение, линии будут сливаться в одну. Можно получить большое увеличение, но не улучшить его разрешение.

Различают полезное и бесполезное увеличения. Под полезным понимают такое увеличение наблюдаемого объекта, при котором можно выявить новые детали его строения. Бесполезное – это увеличение, при котором, увеличивая объект в сотни и более раз, нельзя обнаружить новых деталей строения. Например, если изображение, полученное с помощью микроскопа (полезное!), увеличить еще во много раз, спроецировав его на экран, то новые более тонкие детали строения при этом не выявятся, а лишь соответственно увеличатся размеры имеющихся структур.

В учебных лабораториях обычно используют световые микроскопы, на которых микропрепараты рассматриваются с использованием естественного или искусственного света. Наиболее распространены световые биологические микроскопы: БИОЛАМ, МИКМЕД, МБР (микроскоп биологический рабочий), МБИ (микроскоп биологический исследовательский) и МБС (микроскоп биологический стереоскопический). Они дают увеличение в пределах от 56 до 1 350 раз. Стереомикроскоп (МБС) обеспечивает подлинно объемное восприятие микрообъекта и увеличивает от 3,5 до 88 раз.

В микроскопе выделяют две системы: оптическую и механическую (рис. 4).

К оптической системе относят объективы, окуляры и осветительное устройство (конденсор с диафрагмой и светофильтром, зеркало или электроосветитель).

Объектив – одна из важнейших частей микроскопа, поскольку он определяет полезное увеличение объекта. Объектив состоит из металлического цилиндра с вмонтированными в него линзами, число которых может быть различным. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используют обычно объективы  $\times 8$  и  $\times 40$ . Качество объектива определяет его разрешающая способность.

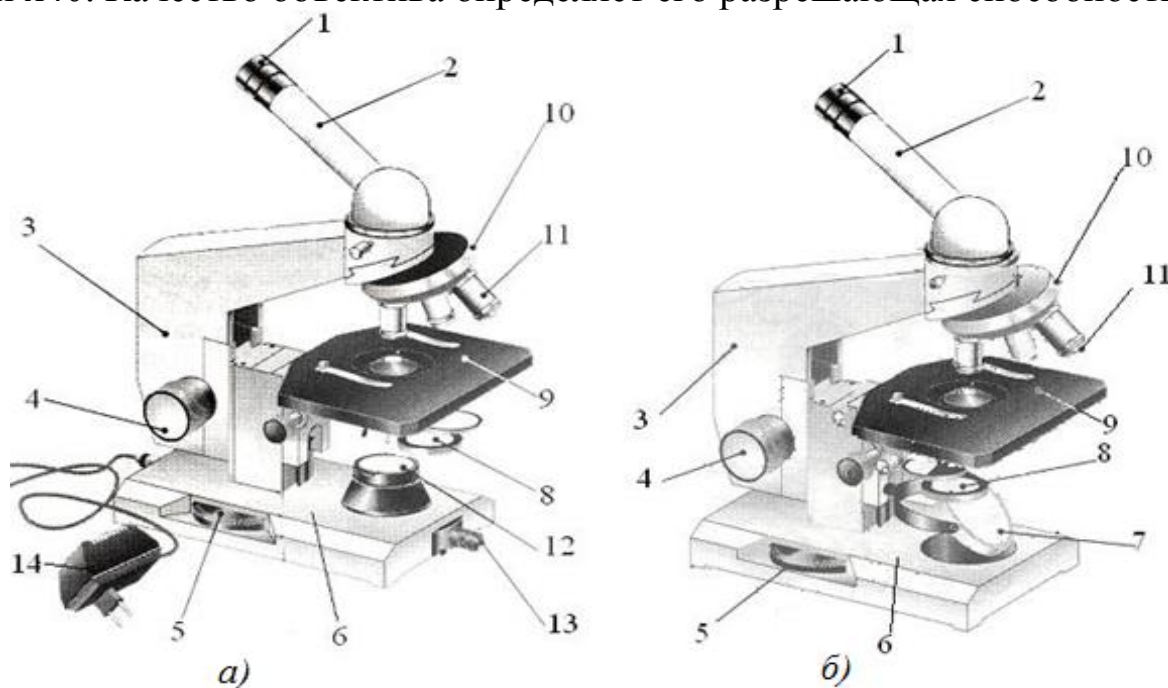


Рис. 4. Устройство световых микроскопов: *а* – МИКМЕД-1; *б* – БИОЛАМ; 1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – тубусодержатель; 4 – винт грубой наводки; 5 – микрометрический винт; 6 – подставка; 7 – зеркало; 8 – конденсор, ирисовая диафрагма и светофильтр; 9 – предметный столик; 10 – револьверное устройство; 11 – объектив; 12 – корпус коллекторной линзы; 13 – патрон с лампой; 14 – источник электропитания

Окуляр устроен намного проще объектива. Он состоит из 2 – 3 линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Между линзами расположена постоянная диафрагма, определяющая границы поля зрения. Нижняя линза фокусирует изображение объекта, построенное объективом в плоскости диафрагмы, а верхняя служит непосредственно для наблюдения. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами:  $\times 7$ ,  $\times 10$ ,  $\times 15$ . Окуляры не выявляют новые детали строения, и в этом отношении их увеличение бесполезно. Таким образом, окуляр подобно лупе дает прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта, построенное объективом.

Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

Осветительное устройство состоит из зеркала или электроосветителя, конденсора с ирисовой диафрагмой и светофильтром, расположенных под предметным столиком. Они предназначены для освещения объекта пучком света.

Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. В лабораториях с рассеянным светом используют вогнутое зеркало.

Электроосветитель устанавливается под конденсором в гнездо подставки.

Конденсор состоит из 2 – 3 линз, вставленных в металлический цилиндр. При подъеме или опускании его с помощью специального винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект.

Ирисовая диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект, в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива и состоит из тонких металлических пластинок. С помощью рычажка их можно то соединить, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, то развести, увеличивая поток света.



Кольцо с матовым стеклом или светофильтром уменьшает освещенность объекта. Оно расположено под диафрагмой и передвигается в горизонтальной плоскости.

Механическая система микроскопа состоит из подставки, коробки с микрометрическим механизмом и микрометрическим винтом, тубуса, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера, предметного столика.

Подставка – это основание микроскопа.

Коробка с микрометрическим механизмом, построенным на принципе взаимодействующих шестерен, прикреплена к подставке неподвижно. Микрометрический винт служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива на расстояния, измеряемые микрометрами. Полный оборот микрометрического винта передвигает тубусодержатель на 100 мкм, а поворот на одно деление опускает или поднимает тубусодержатель на 2 мкм. Во избежание порчи микрометрического механизма разрешается крутить микрометрический винт в одну сторону не более чем на половину оборота.

Тубус, или трубка, – цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Тубус подвижно соединен с головкой тубусодержателя, его фиксируют стопорным винтом в определенном положении. Ослабив стопорный винт, тубус можно снять.

Револьвер предназначен для быстрой смены объективов, которые ввинчиваются в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Тубусодержатель несет тубус и револьвер.

Винт грубой наводки используют для значительного перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик предназначен для расположения на нем препарата. В середине столика имеется круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. На столике имеются две пружинистые клеммы – зажимы, закрепляющие препарат.

Кронштейн конденсора подвижно присоединен к коробке микрометрического механизма. Его можно поднять или опустить при помощи винта, вращающего зубчатое колесо, входящее в пазы рейки с гребенчатой нарезкой.

### *Правила работы с микроскопом*

При работе с микроскопом необходимо выполнять действия в следующем порядке:

1. Работать с микроскопом следует сидя.
2. Микроскоп осмотреть, вытереть пыль мягкой салфеткой с объективов, окуляра, зеркала или электроосветителя.
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева на 2 – 3 см от края стола. Во время работы его не сдвигать.
4. Открыть полностью диафрагму, поднять конденсор в крайнее верхнее положение.
5. Работу с микроскопом всегда следует начинать с малого увеличения.
6. Опустить объектив х8 в рабочее положение, т.е. на расстояние 1 см от предметного стекла.
7. Установить освещение в поле зрения микроскопа, используя электроосветитель или зеркало. Глядя одним глазом в окуляр и пользуясь зеркалом с вогнутой стороной, направить свет от окна в объектив, а затем максимально и равномерно осветить поле зрения. Если микроскоп снабжен осветителем, то подсоединить микроскоп к источнику питания, включить лампу и установить необходимую яркость горения.
8. Положить микропрепарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом. Глядя сбоку, опускать объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между нижней линзой объектива и микропрепаратом не станет 4 – 5 мм.
9. Смотреть одним глазом в окуляр и вращать винт грубой наводки на себя, плавно поднимая объектив до положения, при котором хорошо будет видно изображение объекта. *Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив.* Фронтальная линза может раздавить покровное стекло, и на ней появятся царапины.
10. Передвигая препарат рукой, найти нужное место, расположить его в центре поля зрения микроскопа.
11. Если изображение не появилось, то надо повторить все операции пп. 6, 7, 8, 9.

12. Для изучения объекта при большом увеличении сначала нужно поставить выбранный участок в центр поля зрения микроскопа при малом увеличении. Затем поменять объектив на х40, поворачивая револьвер, так чтобы он занял рабочее положение. При помощи микрометрического винта добиться хорошего изображения объекта. На коробке микрометрического механизма имеются две риски, а на микрометрическом винте – точка, которая должна все время находиться между рисками. Если она выходит за их пределы, ее необходимо вернуть в нормальное положение. При несоблюдении этого правила, микрометрический винт может перестать действовать.

13. По окончании работы с большим увеличением установить малое увеличение, поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, накрыть его полиэтиленовым пакетом и поставить в шкаф.

### ***Практическая часть***

*Задание 1.* Используя микроскопы, таблицы и практикумы, изучить устройство световых микроскопов (МИКМЕД-1, БИОЛАМ и МБС-1) (см. рис. 4). Запомнить названия и назначение их частей.

*Задание 2.* При малом и большом увеличениях микроскопа научиться быстро находить объекты на постоянных микропрепаратах.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое разрешающая способность микроскопа?
2. Как можно определить увеличение рассматриваемого под микроскопом объекта?
3. В чем различие микроскопов БИОЛАМ и МБС-1?
4. Перечислить главные части микроскопа БИОЛАМ и МИКМЕД-1. В чем их назначение?
5. Назвать правила работы с микроскопом.

## Лабораторная работа № 2

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОК РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И ГРИБОВ ПОД МИКРОСКОПОМ НА ГОТОВЫХ МИКРОПРЕПАРАТАХ, ИХ ОПИСАНИЕ

**Цель работы:** рассмотреть клетки различных организмов и их тканей под микроскопом, вспомнить основные части, видимые в микроскоп, и сравнить строение клеток растительных, животных организмов и грибов.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, готовые микропрепараты растительной, животной, грибной клеток, таблицы, плакаты, Интернет-ресурсы.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

По способу питания и строению клеток выделяют следующие царства:

- Дробянки;
- Грибы;
- Растения;
- Животные.

*Бактериальные клетки (царство Дробянки)* имеют плотную клеточную стенку, одну кольцевую молекулу ДНК (нуклеоид), рибосомы. В этих клетках нет многих органоидов, характерных для эукариотических растительных, животных и грибных клеток. По способу питания бактерии делятся на фототрофов, хемотрофов, гетеротрофов.

*Клетки грибов* покрыты клеточной стенкой, отличающейся по химическому составу от клеточных стенок растений. Она содержит в качестве основных компонентов хитин, полисахариды, белки и жиры. Запасным веществом клеток грибов и животных является гликоген.

*Клетки растений* содержат хлоропласты, лейкопласты и хромопласты; они окружены плотной клеточной стенкой из целлюлозы, а также имеют вакуоли с клеточным соком. Все зеленые растения относятся к автотрофным организмам.

У клеток животных нет плотных клеточных стенок. Они окружены клеточной мембраной, через которую происходит обмен веществ с окружающей средой.

### Практическая часть

1. Рассмотрите под микроскопом приготовленные (готовые) микропрепараты растительных, животных клеток и клеток гриба (рис. 5, 6).
2. Зарисуйте по одной растительной, животной клетке и клетке гриба. Подпишите их основные части, видимые в микроскоп.
3. Сравните строение растительной, грибной и животной клеток. Сравнение провести при помощи нижеследующей сравнительной таблицы. Сделайте вывод о сложности их строения.
4. Сделайте вывод, опираясь на имеющиеся у вас знания, в соответствии с целью работы.

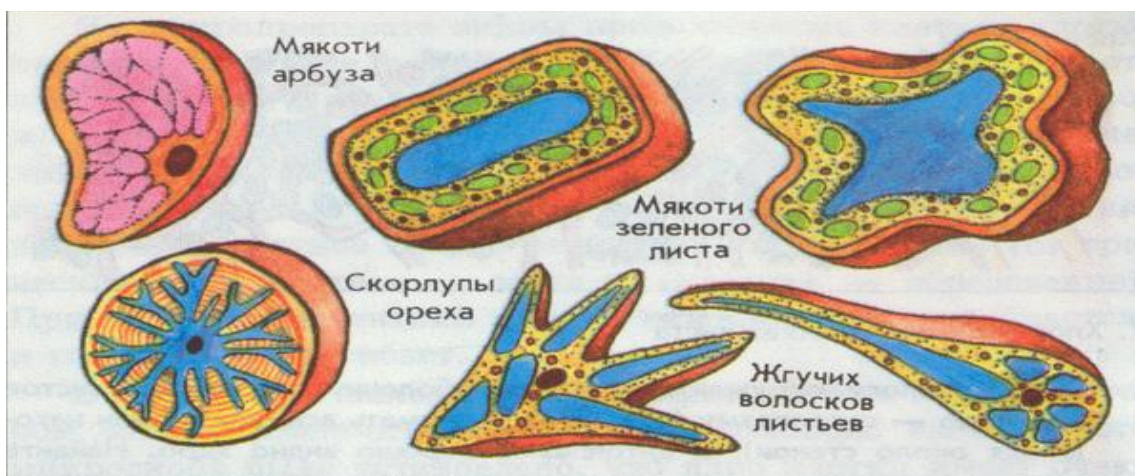
Растительная клетка	Животная клетка	Клетка гриба



а)



б)



в)

Рис. 5. Формы растительных клеток: а – лист элодеи; б – лист элодеи под микроскопом; в – многообразие форм растительных клеток

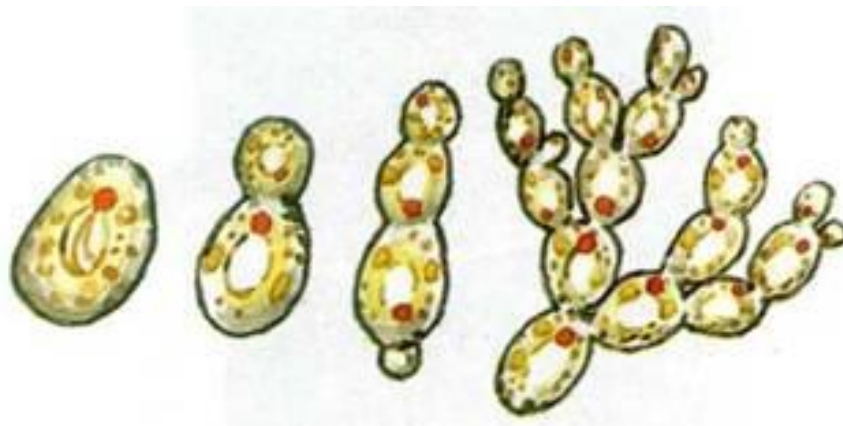


Рис. 6. Вид дрожжей под микроскопом

### Контрольные вопросы

1. О чем свидетельствует сходство клеток растений, грибов и животных? Приведите примеры.
2. О чем свидетельствуют различия между клетками представителей различных царств природы? Приведите примеры.
3. Выпишите основные положения клеточной теории. Отметьте, какое из них можно обосновать проведенной работой.

### Лабораторная работа № 3

#### ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ И ЖИВОТНОЙ КЛЕТКИ ПОД МИКРОСКОПОМ

**Цель работы:** ознакомиться с особенностями строения клеток растений и животных организмов, показать принципиальное единство их строения.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, готовые микропрепараты растительной, животной, грибной клеток, таблицы, плакаты, покровное и предметное стекла, Интернет-ресурсы.

#### Ход работы

##### *Практическая часть*

1. Возьмите готовый препарат клеток крови человека. Рассмотрите его при малом и большом увеличении. Найдите эритроциты – мелкие безъядерные клетки со светло-розовой цитоплазмой. Их цен-



тральная часть имеет зону просветления, что свидетельствует о двояковогнутом строении этих клеток (рис. 7).

Среди эритроцитов видны лейкоциты. Их форма варьирует от округлой до амебоидной. Лейкоциты окрашены в темно-синий цвет, в отличие от эритроцитов содержат ядра.

Зарисуйте в альбом несколько эритроцитов и лейкоцитов. Обозначьте эритроцит, лимфоцит, мембрану, цитоплазму, ядро, зону просветления.

2. Приготовьте временный препарат клубня картофеля. Для этого сделайте соскоб или тонкий срез с поверхности куса клубня картофеля. На предметное стекло поместите срез и капните 1 – 2 капли воды. Накройте покровным стеклом.

Рассмотрите препарат при малом и большом увеличении. Найдите крупные многоугольные прозрачные клетки с тонкими двухконтурными оболочками. В клетках найдите крахмальные зерна. Это включения трофического (питательного) назначения. Обратите внимание, что зерна могут быть различной величины с хорошо заметной слоистостью. Крахмал наслаивается по мере образования. Для подтверждения химической природы включений на край покровного стекла нанесите каплю слабого раствора йода. Крахмальные зерна окрашиваются в синий цвет, их слоистость становится более заметной (рис. 8).

Зарисуйте в альбоме 2 – 3 клетки. На рисунке обозначьте оболочку, цитоплазму, крахмальные зерна, слои крахмала.

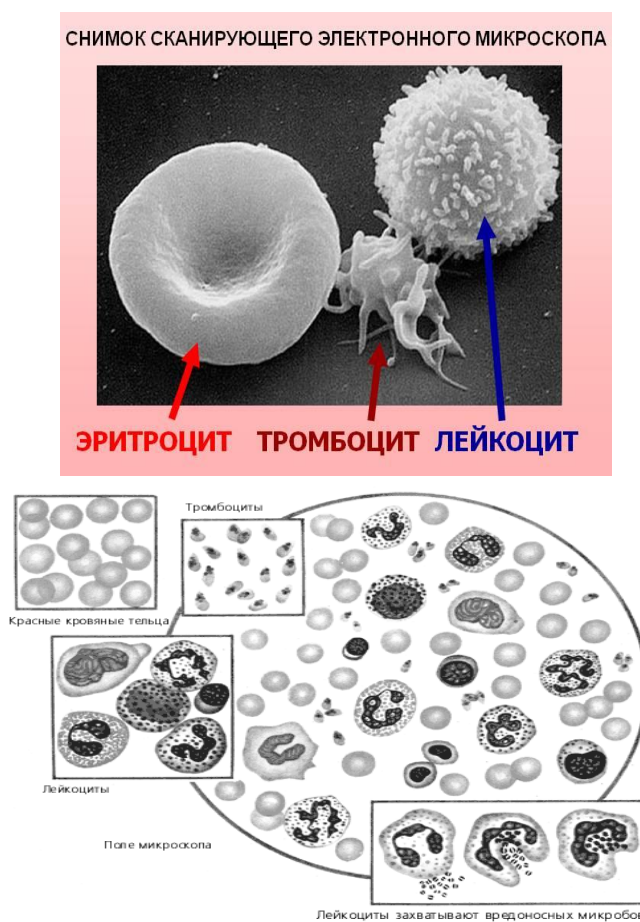


Рис. 7. Клетки крови под микроскопом

3. Результаты сравнения занесите в таблицу. Сделайте вывод о проделанной работе, используя рис. 9.

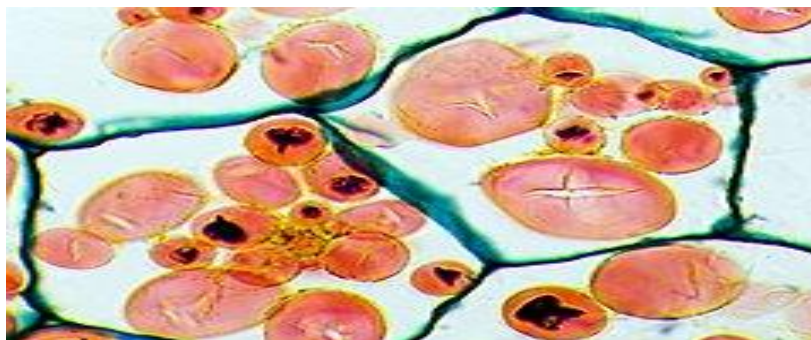


Рис. 8. Зерна крахмала в клетках картофельного клубня.  
Поперечный срез

### Сходства и отличия растительной и животной клетки

Сходства	Отличия

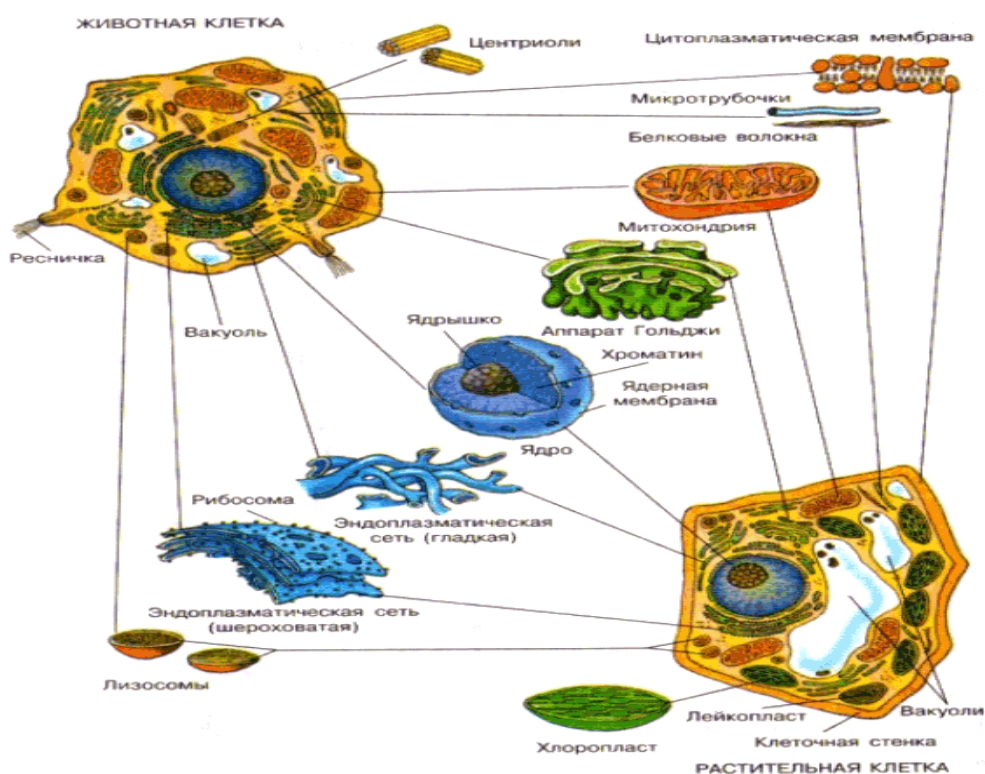


Рис. 9. Растительная и животная клетки

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные отличия животной клетки от растительной.
2. Назовите виды пластид. Опишите особенности строения и функций хлоропластов.
3. Каким образом особенности строения растительной клетки связаны с особенностями жизнедеятельности растений?



## Лабораторная работа № 4

### МИКРОСКОПИРОВАНИЕ ЗУБНОГО НАЛЕТА. ДЕЙСТВИЕ ФЕРМЕНТОВ СЛЮНЫ НА КРАХМАЛ

**Цель работы:** изучить микрофлору полости рта. Убедиться, что в слюне есть ферменты, способные расщеплять крахмал.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, предметное и покровное стекла, чистые спички или зубочистки, иммерсионное масло, вода, игла. На каждом столе: кусок накрахмаленного накануне сухого бинта величиной с ладонь, чашка Петри или блюдце со слабым раствором йода, спички (без головки) с намотанными на конец кусочками ваты.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

Зубной налёт – скопление бактерий в виде плёнки, образующееся на зубах (в том числе и здорового человека). Зубной налёт включает как аэробные, так и факультативно анаэробные бактерии и начинает образовываться уже через 1 – 2 ч после чистки зубов (рис. 10).

Бактерии зубного налета выделяют кислоту, но в первые часы она нейтрализуется слюной. А через несколько часов налет становится толстым и плотным, слюна перестает проникать в него, и кислота начинает растворять эмаль зуба, что со временем приводит к развитию кариеса.

##### *Практическая часть*

1. На предметное стекло наносят каплю воды, затем спичкой берут немного зубного налета у самых десен и смешивают его с каплей воды. Затем изготавливают фиксированный препарат, накрывают его покровным стеклом и рассматривают сначала под средним увеличением, затем под большим.

2. Определяем разнообразные формы бактерий. Микробы самых различных форм: палочки, кокки, спирали и т.д.

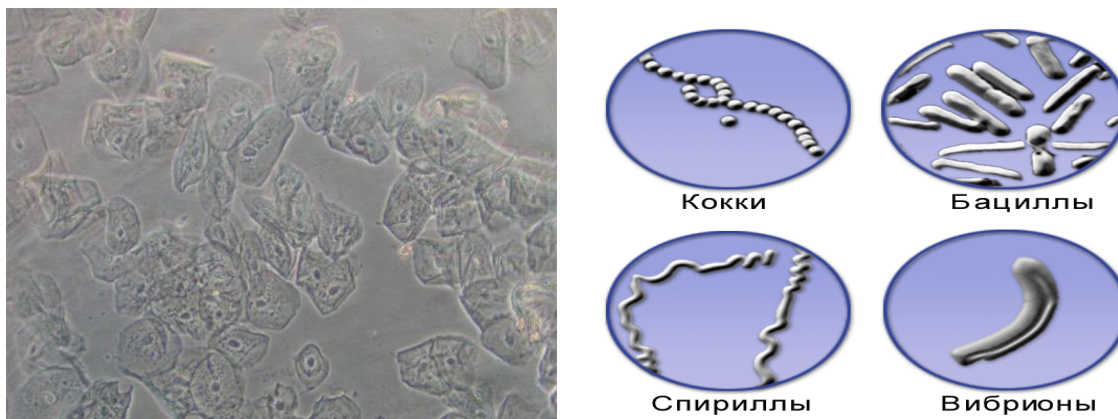


Рис. 10. Эпителий слизистой оболочки полости рта. Разнообразие форм бактерий

3. Смочите вату на спичке слюной и напишите ею букву в середине кусочка крахмаленного бинта.
4. Зажмите марлю между ладонями на 2 – 3 мин, а затем опустите в раствор йода.
5. Наблюдайте, как окрасился кусочек марли. Объясните результаты опыта.
6. По проделанной работе делаем вывод.

### Контрольные вопросы

1. Сделайте вывод об особенностях микрофлоры полости рта.
2. В чём состоит биологическая роль ферментов в организме человека? Каким образом ферменты слюны принимают участие в процессе пищеварения?

## Лабораторная работа № 5

### ВИРУСЫ – НЕКЛЕТОЧНЫЕ ФОРМЫ ЖИЗНИ

**Цель работы:** познакомиться с неклеточными формами жизни.

**Оборудование:** микроскоп, готовые микропрепараты, схемы, плакаты, Интернет-ресурсы.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

Строение вирусов. Наряду с одно- и многоклеточными организмами в природе существуют и другие формы жизни. Таковыми являются вирусы, не имеющие клеточного строения. Они представляют собой переходную форму между неживой и живой материей.

Вирусы (лат. *virus* – яд) были открыты в 1892 г. русским ученым Д. И. Ивановским при исследовании мозаичной болезни листьев табака.

Каждая вирусная частица состоит из РНК или ДНК, заключенной в белковую оболочку, которую называют капсидом. Полностью сформированная инфекционная частица называется вирионом. У некоторых вирусов (например, герпеса или гриппа) есть еще и дополнительная липопротеидная оболочка, возникающая из плазматической мембраны клетки хозяина (рис. 11).

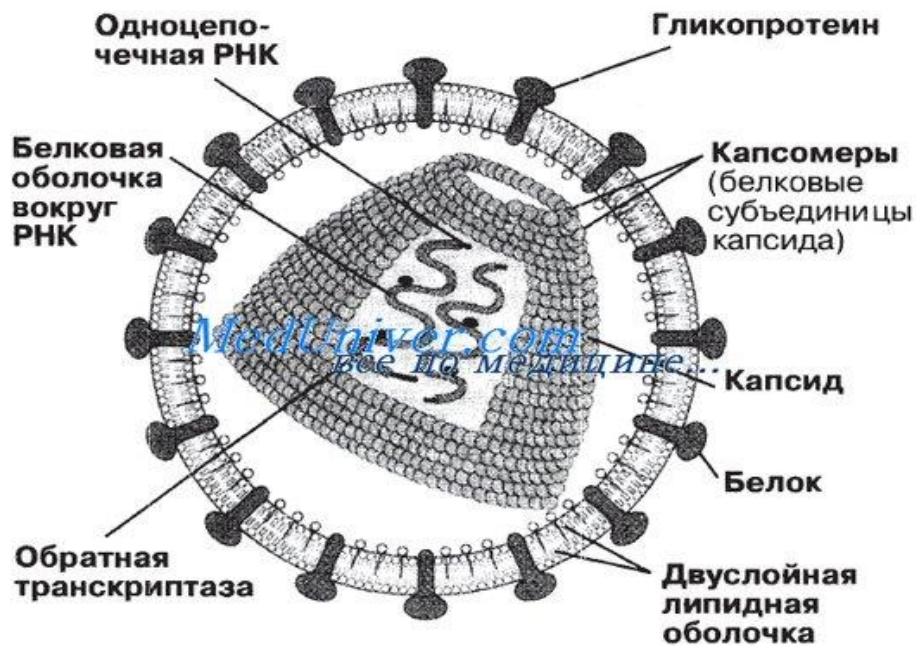


Рис. 11. Строение вируса

Поскольку в составе вирусов присутствует всегда один тип нуклеиновой кислоты – ДНК или РНК, вирусы делят также на ДНК-содержащие и РНК-содержащие. При этом наряду с двухцепочечными ДНК и одноцепочечными РНК встречаются одноцепочечные ДНК и двухцепочечные РНК. ДНК могут иметь линейную и кольцевую структуры, а РНК, как правило, линейную. Подавляющее большинство вирусов относится к РНК-типу.

Вирусы способны размножаться только в клетках других организмов. Вне клеток организмов они не проявляют никаких признаков жизни. Многие из них во внешней среде имеют форму кристаллов. Размеры вирусов колеблются в пределах от 20 до 300 нм в диаметре.

Хорошо изучен вирус табачной мозаики, имеющий палочковидную форму и представляющий собой полый цилиндр. Стенка цилиндра образована молекулами белка, а в его полости расположена спираль РНК. Белковая оболочка защищает нуклеиновую кислоту от неблагоприятных условий внешней среды, а также препятствует проникновению ферментов клеток к РНК и ее расщеплению (рис. 12).

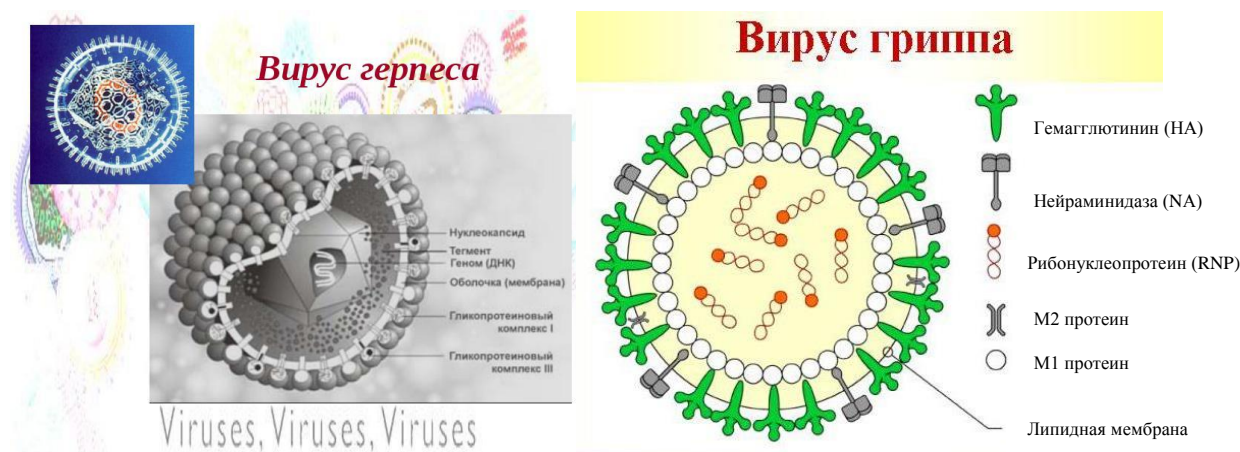


Рис. 12. Морфология вируса герпеса и вируса гриппа

Молекулы вирусной РНК могут самовоспроизводиться. Это означает, что вирусная РНК является источником генетической информации и одновременно иРНК. Поэтому в пораженной клетке в соответствии с программой нуклеиновой кислоты вируса на рибосомах клетки хозяина синтезируются специфические вирусные белки и осуществляется процесс самосборки этих белков с нуклеиновой кислотой в новые вирусные частицы. Клетка при этом истощается и погибает. При поражении некоторыми вирусами клетки не разрушаются, а начинают усиленно делиться, часто образуя у животных, в том числе и человека, злокачественные опухоли.

Особую группу представляют вирусы бактерий – бактериофаги, или фаги, которые способны проникать в бактериальную клетку и разрушать ее.

Тело фага кишечной палочки состоит из головки, от которой отходит полый стержень, окруженный чехлом из сократительного белка. Стержень заканчивается базальной пластинкой, на которой закреплены шесть нитей (рис. 13, а).

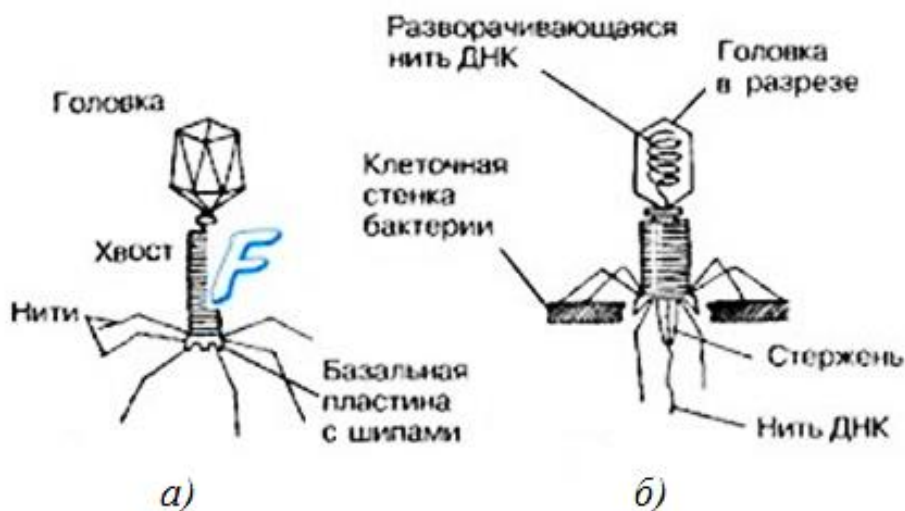


Рис. 13. Анатомия бактериофага

Внутри головки находится ДНК. Бактериофаг при помощи отростков прикрепляется к поверхности кишечной палочки и в месте соприкосновения с ней растворяет с помощью фермента клеточную стенку. После этого за счет сокращения головки молекула ДНК фага впрыскивается через канал стержня в клетку. Примерно через 10 – 15 мин под действием этой ДНК перестраивается весь метаболизм бактериальной клетки, и она начинает синтезировать ДНК бактериофага, а не собственную. При этом синтезируется и фаговый белок. Завершается процесс появлением 200 – 1 000 новых фаговых частиц, в результате чего клетка бактерии погибает.

Бактериофаги, образующие в зараженных клетках новое поколение фаговых частиц, что приводит к лизису (распаду) бактериальной клетки, называются вирулентными фагами (рис. 13, б).

Некоторые бактериофаги внутри клетки хозяина не реплицируются. Вместо этого их нуклеиновая кислота включается в ДНК хозяина, образуя с ней единую молекулу, способную к репликации. Такие фаги получили название умеренных фагов, или профагов.

### **Практическая часть**

1. По хронологической таблице изучите историю открытия вирусов, ответьте на вопросы:

Какие вирусы были открыты раньше и почему?

Каково происхождение вирусов?

Как называется наука, изучающая вирусы?

2. Изучите классификацию вирусов. Составьте таблицы-схемы в тетради "Классификация вирусов", ответьте на вопрос: чем простые вирусы отличаются от сложных? Изучите РНК-содержащие и ДНК-содержащие вирусы.

3. Известны 200 форм животных вирусов, 170 растительных вирусов, 50 фагов.

Чем определяется разнообразие форм вирусов?

Каковы размеры вирусов?

4. Рассмотрите строение вирусов по рисункам в сравнении.

Изучите строение вирусов табачной мозаики и бактериофага. В чем их сходство и различие?

5. Изучите процессы жизнедеятельности вирусов по схеме "Проникновение вирусов в клетку". Докажите, что вирусы – всего лишь внутриклеточные паразиты и свои свойства живых организмов они могут проявлять только внутри клеток других живых организмов.

Как размножаются вирусы, чем размножение вирусов отличается от клеточного размножения?

Какова гипотеза происхождения вирусов?

### **Контрольные вопросы**

1. Как размножаются вирусы? Чем размножение вирусов отличается от клеточного размножения?
2. Какова гипотеза происхождения вирусов?
3. Какова роль вирусов в жизни человека?

## **Лабораторная работа № 6**

### **ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ. ФОРМЫ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК**

**Цель работы:** изучить основные типы деления эукариотических клеток, их фазы, особенности протекания и биологическое значение.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, предметные стекла с готовыми микропрепаратами.



## Ход работы

### Теоретическая часть

**Митоз** – это такое деление клеточного ядра, при котором образуются два дочерних ядра с наборами хромосом, идентичными наборам родительской клетки.

Последовательность событий, происходящих между образованием клетки и ее делением, называют клеточным циклом. Этот цикл состоит из трех главных стадий.

1. Интерфаза. Период интенсивного синтеза и роста. В клетке синтезируется много веществ, необходимых для ее роста и осуществления всех свойственных ей функций. Во время интерфазы происходит репликация ДНК.
2. Митоз (кариокinesis). Это процесс деления ядра, при котором хроматиды отделяются одна от другой и перераспределяются в виде хромосом между дочерними клетками.
3. Цитокинез – процесс разделения цитоплазмы между двумя дочерними клетками. Обычно под названием «митоз» цитологи объединяют стадии 2-ю и 3-ю.

Интерфаза состоит из нескольких периодов.  $G_1$ -фаза (от англ. *gap* – промежуток) – фаза начального роста. Во время этой фазы происходят интенсивные процессы биосинтеза; образуются митохондрии, хлоропласты (у растений), эндоплазматический ретикулум, лизосомы, аппарат Гольджи, вакуоли и пузырьки. Ядрышко продуцирует рРНК, мРНК и тРНК; образуются рибосомы; клетка синтезирует структурные и функциональные белки. Для данной фазы характерны интенсивный клеточный метаболизм, контролируемый ферментами; рост клетки; образование веществ, подавляющих или стимулирующих начало следующей фазы.

S-фаза (от англ. *synthesis* – синтез) – фаза, во время которой идет репликация ДНК клеточного ядра, также происходит удвоение центриол (если они, конечно, есть). В данной фазе происходит синтез белковых молекул, называемых гистонами, с которыми связывается каждая нить ДНК. Каждая хромосома превращается в две хроматиды. Во время  $G_2$ -фазы происходит интенсивная подготовка к митозу. Для данной фазы характерны интенсивные процессы биосинтеза, деление митохондрий и хлоропластов, увеличение энергетических запасов клетки; репликация центриол (в тех клетках, где они имеются) и начало образования веретена деления.

Продолжительность интерфазы различна и зависит от функции данной клетки. Каждая хромосома представлена теперь парой хроматид, соединенных друг с другом центромерой.

Митоз (от греч. *mitos* – нити) состоит из четырех фаз: профазы, метафазы, анафазы, телофазы.

Профаза – обычно самая продолжительная фаза клеточного деления. Хроматиды укорачиваются (до 4 % своей первоначальной длины) и утолщаются в результате их спирализации и конденсации. Ядрышки уменьшаются. К концу профазы ядерная мембрана распадается и образуется веретено деления.

Метафаза. Пары хроматид прикрепляются своими центромерами к нитям веретена (микротрубочкам) и перемещаются вверх и вниз по веретену до тех пор, пока их центромеры не выстроятся по экватору веретена перпендикулярно его оси.

Анафаза – очень короткая стадия. Каждая центромера расщепляется на две, и нити веретена оттягивают дочерние центромеры к противоположным полюсам. Центромеры тянут за собой отделившиеся одна от другой хроматиды, которые теперь называются хромосомами.

Телофаза. Хромосомы достигают полюсов клетки, деспирализуются, удлиняются, и их уже нельзя четко различить. Нити веретена разрушаются, а центриоли реплицируются. Вокруг хромосом на каждом полюсе образуется ядерная оболочка. Вновь появляется ядрышко.

В результате митоза происходит точное распределение генетического материала между двумя дочерними клетками. Обе дочерние клетки получают диплоидный набор хромосом. Митоз обеспечивает поддержание постоянства числа.

**Мейоз.** Такая форма деления характерна для специализированных клеток половых желез – яичников и семенников. Из диплоидных клеток-предшественников в ходе мейоза образуются гаплоидные гаметы – яйцеклетки и сперматозоиды (число хромосом  $n$ ). Мейоз включает два клеточных деления, перед которыми происходит только одна репликация ДНК. Первое деление называется редукционным и обозначается как мейоз I. В результате этого деления из одной диплоидной клетки образуются две гаплоидные. Второе деление называется эквационным и обозначается как мейоз II. Это деление подобно митозу, так как сестринские хроматиды отделяются друг от друга и расходятся к разным полюсам. Каждое из двух делений мейоза состоит из профазы, метафазы, анафазы и телофазы.



**Мейоз I.** Во время профазы I происходят спирализация и укорочение хромосом. Кроме того, гомологичные хромосомы конъюгируют друг с другом по всей длине, образуя бивалент. Во время конъюгации хромосом между несестринскими хроматидами может произойти обмен участками – кроссинговер. В точке обмена образуется видимая в световой микроскоп крестообразная структура, которую называют хиазмой. Генетические исследования свидетельствуют о том, что кроссинговер происходит на стадии четырех хроматид, при этом в данной точке обмениваются участками только две нити из четырех, и хроматиды участвуют в обмене случайно. Как правило, чем больше длина хромосом, тем больше среднее число образуемых ими хиазм.

По морфологии ядра и хромосом, наблюдаемой в световой микроскоп, профазу первого деления мейоза можно разделить на ряд стадий:

1) лептотену (стадия тонких нитей), в ядре начинают выявляться длинные тонкие нити хромосом вместо гранул хроматина интерфазного ядра;

2) зиготену (стадия объединения нитей), начинается конъюгация гомологичных хромосом;

3) пахитену (стадия толстых нитей), синапс хромосом настолько тесный, что отдельные гомологи в биваленте неразличимы;

4) диплотену (стадия двойных нитей), синапс становится менее тесным, уже видны хроматиды и хиазмы;

5) диакинез – хромосомы максимально укорачиваются, центромеры гомологичных хромосом отталкиваются друг от друга, и хромосомы удерживаются вместе только в зонах хиазм, исчезают ядрышко и ядерная мембрана, начинает формироваться веретено деления.

**Метафаза I.** Биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости, при этом центромеры ориентируются относительно полюсов случайно.

**Анафаза I.** Гомологичные хромосомы отделяются друг от друга и движутся к противоположным полюсам. Центромеры не расщепляются, поэтому сестринские хроматиды продолжают удерживаться вместе. Вследствие кроссинговера сестринские хроматиды уже могут быть неидентичными. Таким образом, к полюсам движутся хромосомы, состоящие из двух хроматид. В ходе этой фазы из одной диплоидной клетки образуется две гаплоидные.

Интеркинез. Это стадия между первым и вторым делениями мейоза. У разных видов интеркинез имеет разную продолжительность. Важно помнить, что на этой стадии не происходит репликации ДНК.

**Мейоз II.** В профазе II восстанавливается веретено деления. Во время метафазы II хромосомы располагаются в экваториальной плоскости. В анафазе II происходит расщепление центромер и хроматиды каждой хромосомы разделяются и движутся к противоположным полюсам деления. В телофазе II из каждого гаплоидного ядра образуются два, которые содержат гаплоидное число хромосом, каждая из которых состоит из одной хроматиды.

Таким образом, диплоидная родительская клетка делится на четыре гаплоидные. Генетическое содержимое этих клеток различно. Материнские и отцовские хромосомы могут находиться в них в разных комбинациях, при этом в результате кроссинговера в каждой хромосоме также могут появиться новые комбинации аллелей.

При решении задач на определение числа хромосом и числа молекул ДНК нужно помнить:

1. До начала мейоза в интерфазе происходит удвоение ДНК, поэтому число хромосом  $2n$ , число ДНК  $4c$ .
2. В профазе, метафазе 1, анафазе 1 –  $2n$   $4c$ , так как деления клетки не происходит.
3. В телофазе остается  $n2c$ , так как после расхождения гомологичных хромосом в клетках остается гаплоидный набор, но хромосомы двуххроматидные.
4. В профазе 2, метафазе 2, так же, как и телофазе 1 –  $n2c$ .
5. Особое внимание обратить на анафазу 2, так как после расхождения хроматид число хромосом увеличивается в 2 раза,  $2n$   $2c$  (хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все в одной клетке).
6. В телофазе 2  $nc$  (в клетках остаются однохроматидные хромосомы).

### ***Практическая часть***

**Задание 1.** Изучите схему митотического и мейотического деления клетки. Зарисуйте схему митоза и мейоза, подпишите все фазы и хромосомную формулу на каждой стадии деления (рис. 14).

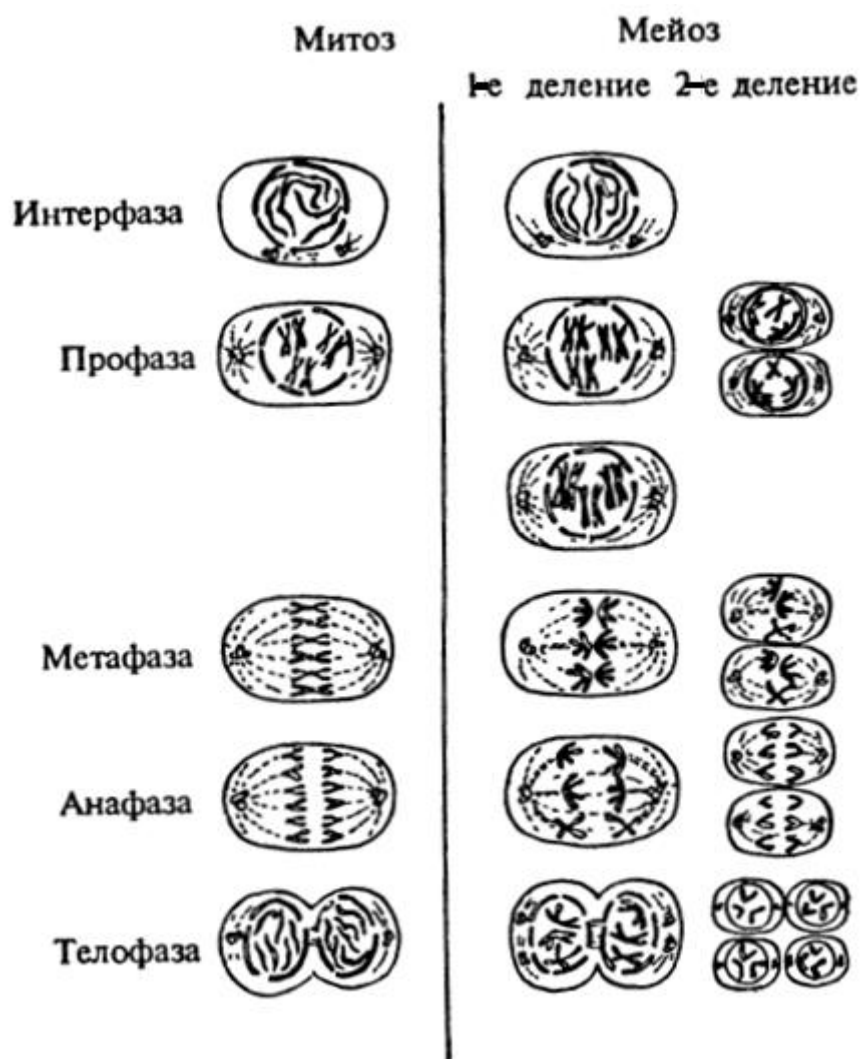


Рис. 14. Схема митотического и мейотического делений клетки

**Задание 2.** Решение задач на определение хромосомной формулы и массы молекул ДНК на разных стадиях деления клетки.

*Задача № 1.* Хромосомный набор соматических клеток речного рака равен 116. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток в профазе митоза, в метафазе митоза и телофазе митоза. Поясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

*Задача № 2.* Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет  $6 \cdot 10^{-9}$  мг. Определите, чему равна масса всех молекул ДНК в ядрах в конце интерфазы, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ поясните.

*Задача № 3.* Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка перед началом мейоза, в конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменения числа ДНК и хромосом.

*Задача № 4.* В клетках одного из видов пшеницы содержится 28 хромосом. Определите число хромосом и молекул ДНК при образовании пыльцы в тычинке на стадиях профазы мейоза I, профазы 2 и телофазы мейоза II. Объясните полученные результаты.

*Задача № 5.* Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток семязачатка перед началом мейоза, в анафазе мейоза I и анафазе мейоза II. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

*Задача № 6.* В клетках эндосперма семян лилии 21 хромосома. Как изменится число хромосом и молекул ДНК в конце телофазы мейоза I и мейоза II по сравнению с интерфазой у этого организма? Ответ поясните.

*Задача № 7.* Какой хромосомный набор характерен для клеток зародыша и эндосперма семени, листьев цветкового растения? Объясните результат в каждом случае.

### **Контрольные вопросы**

1. В какой фазе митоза находится клетка, если при изучении микропрепарата видны хромосомы, а ядерной оболочки и ядрышка нет?
2. В какой фазе митоза находится клетка, если при изучении микропрепарата хорошо видно веретено деления, а центромеры всех хромосом находятся в одной плоскости?
3. Что такое клеточный цикл?
4. Когда при рассмотрении клетки в световой микроскоп в ней видны хромосомы?
5. На какой стадии клеточного цикла происходит репликация ДНК?
6. Чем отличается митоз от мейоза?
7. Перечислите основные фазы мейоза.
8. Что означает конъюгация и кроссинговер хромосом?

## Лабораторная работа № 7

### СТРОЕНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК. ГАМЕТОГЕНЕЗ

**Цель работы:** изучить строение половых клеток и особенности процесса их образования – гаметогенеза.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, предметные стекла с готовыми микропрепаратами.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

По сравнению с другими клетками гаметы выполняют уникальные функции. Они обеспечивают передачу наследственной информации между поколениями особей, что поддерживает жизнь во времени. Гаметы – это одно из направлений дифференцировки клеток многоклеточного организма, направленное на процесс размножения. Это высокодифференцированные клетки, ядра которых содержат всю необходимую наследственную информацию для развития нового организма.

Особенности гамет:

- 1) гаплоидный набор хромосом обеспечивает воспроизведение в зиготе типичного для организмов данного вида диплоидного набора;
- 2) необычное ядерно-цитоплазматическое соотношение (т. е. отношение объема ядра к объему цитоплазмы). У яйцеклеток оно снижено за счет того, что имеется много цитоплазмы, где содержится питательный материал (желток) для будущего зародыша. В сперматозоидах, наоборот, ядерно-цитоплазматическое соотношение высокое, так как мал объем цитоплазмы (почти вся клетка занята ядром). Этот факт находится в соответствии с основной функцией сперматозоида – доставкой наследственного материала к яйцеклетке;
- 3) низкий уровень обмена веществ в гаметах. Их состояние похоже на анабиоз.

##### *Строение и функции яйцеклетки*

Яйцеклетка – крупная неподвижная клетка, обладающая запасом питательных веществ. Размеры женской яйцеклетки составляют 150 – 170 мкм (гораздо больше мужских сперматозоидов, размер которых 50 – 70 мкм). Функции питательных веществ различны. Их выполняют:

- 1) компоненты, нужные для процессов биосинтеза белка (ферменты, рибосомы, м-РНК, т-РНК и их предшественники);

2) специфические регуляторные вещества, которые контролируют все процессы, происходящие с яйцеклеткой, например фактор дезинтеграции ядерной оболочки (с этого процесса начинается профаза 1-го мейотического деления), фактор, преобразующий ядро сперматозоида в пронуклеус перед фазой дробления, фактор, ответственный за блок мейоза на стадии метафазы II и др.;

3) желток, в состав которого входят белки, фосфолипиды, различные жиры, минеральные соли. Именно он обеспечивает питание зародыша в эмбриональном периоде.

По количеству желтка в яйцеклетке она может быть алецитальной, т. е. содержащей ничтожно малое количество желтка, поли-, мезо- или олиголецитальной. Человеческая яйцеклетка относится к алецитальным. Это обусловлено тем, что человеческий зародыш очень быстро переходит от гистиотрофного типа питания к гематотрофному. Также человеческая яйцеклетка по распределению желтка является изолецитальной: при ничтожно малом количестве желтка он равномерно располагается в клетке, поэтому ядро оказывается примерно в центре.

Яйцеклетка имеет оболочки, которые выполняют защитные функции, препятствуют проникновению в яйцеклетку более одного сперматозоида, способствуют имплантации зародыша в стенку матки и определяют первичную форму зародыша.

Яйцеклетка лишена аппарата активного движения. За 4 – 7 суток она проходит по яйцеводу до полости матки расстояние, которое примерно составляет 10 см. Для яйцеклетки характерна плазматическая сегрегация. Это означает, что после оплодотворения в еще не дробящемся яйце происходит такое равномерное распределение цитоплазмы, что в дальнейшем клетки зачатков будущих тканей получают ее в определенном закономерном количестве.

#### *Строение и функции сперматозоидов*

Сперматозоид – это мужская половая клетка (гамета). Он обладает способностью к движению, чем в известной мере обеспечивается возможность встречи разнополовых гамет. Размеры сперматозоида микроскопические: длина этой клетки у человека составляет 50 – 70 мкм (самые крупные они у тритона – до 500 мкм). Все сперматозоиды несут отрицательный электрический заряд, что препятствует их склеиванию в сперме.

По морфологии сперматозоиды резко отличаются от всех других клеток, но все основные органеллы в них имеются. Каждый сперматозоид имеет головку, шейку, промежуточный отдел и хвост в виде жгутика. Почти вся головка заполнена ядром, которое несет наследственный материал в виде хроматина. На переднем конце головки (на ее вершине) располагается акросома, которая представляет собой видоизмененный комплекс Гольджи. Здесь происходит образование гиалуронидазы – фермента, который способен расщеплять мукополисахариды оболочек яйцеклетки, что делает возможным проникновение сперматозоида внутрь яйцеклетки. В шейке сперматозоида расположена митохондрия, которая имеет спиральное строение. Она необходима для выработки энергии, которая тратится на активные движения сперматозоида по направлению к яйцеклетке.

При электронной микроскопии сперматозоида обнаружено, что цитоплазма головки имеет не коллоидное, а жидкокристаллическое состояние. Этим достигается устойчивость сперматозоида к неблагоприятным условиям внешней среды (например, к кислой среде женских половых путей).

Гаметогенез – процесс образования яйцеклеток (овогенез) и сперматозоидов (сперматогенез) – делится на несколько стадий.

1. В стадии размножения диплоидные клетки, из которых образуются гаметы, называют сперматогониями и овогониями. Эти клетки осуществляют серию последовательных митотических делений, в результате чего их количество существенно возрастает. Сперматогонии размножаются на протяжении всего периода половой зрелости мужской особи. Размножение овогоний приурочено главным образом к периоду эмбриогенеза. У человека в женском организме этот процесс наиболее интенсивно протекает в яичниках между 2-м и 5-м месяцами внутриутробного развития. К 7-му месяцу большая часть овоцитов входит в профазу I мейоза.

Так как способом размножения клеток-предшественниц женских и мужских гамет является митоз, то овогоний и сперматогоний, как и все соматические клетки, характеризуются диплоидностью. Если в одинарном гаплоидном наборе число хромосом обозначить как  $n$ , а количество ДНК – как  $c$ , то генетическая формула клеток в стадии размножения соответствует  $2n2c$  до S-периода и  $2n4c$  после него.

2. На стадии роста происходит увеличение клеточных размеров и превращение мужских и женских половых клеток в сперматоциты и овоциты I порядка, причем последние достигают больших размеров, чем первые. Одна часть накапливаемых веществ представляет собой питательный материал (желток в овоцитах), другая – связана с последующими делениями. Важным событием этого периода является репликация ДНК при сохранении неизменным числа хромосом. Последние приобретают двунитчатую структуру, а генетическая формула сперматоцитов и овоцитов I порядка приобретает вид  $2n4c$ .

3. Основными событиями стадии созревания являются два последовательных деления: редукционное и эквационное, которые вместе составляют мейоз. После первого деления образуются сперматоциты и овоциты II порядка (формула  $n2c$ ), а после второго – сперматиды и зрелая яйцеклетка ( $nc$ ). В результате делений на стадии созревания каждый сперматоцит I порядка дает четыре сперматиды, тогда как каждый овоцит I порядка – одну полноценную яйцеклетку и редукционные тельца, которые в размножении не участвуют. Благодаря этому в женской гамете концентрируется максимальное количество питательного материала – желтка.

4. Процесс сперматогенеза завершается стадией формирования, или спермиогенеза.

### ***Практическая часть***

**Задание 1.** Изучите и зарисуйте схему строения сперматозоида млекопитающих, обозначьте на рисунке структурные образования головки, шейки, связующего звена и хвостика.

При малом увеличении микроскопа изучите готовые микропрепараты сперматозоидов, затем при большом увеличении внимательно изучите видовые особенности их строения, сравнив с рис. 15. Обратите при этом внимание на размеры и форму головки с акросомой, связующего отдела (тела) и хвостика. Зарисуйте несколько сперматозоидов, которые вы видите в поле зрения микроскопа, обозначьте их видовую принадлежность и структурные образования.





Рис. 15. Схема строения сперматозоида

**Задание 2.** Изучите и зарисуйте строение яйцеклетки млекопитающего, обозначьте составные части.

Рассмотрите под микроскопом строение яйцеклеток кошки. В яичнике кошки найдите яйцеклетку (овоцит I порядка) во вторичном фолликуле. Почти в центре овоцита находится круглое слабо окрашенное ядро, в котором хорошо контурируется ядрышко. Зарисуйте микроскопическое строение яичника кошки (рис. 16).

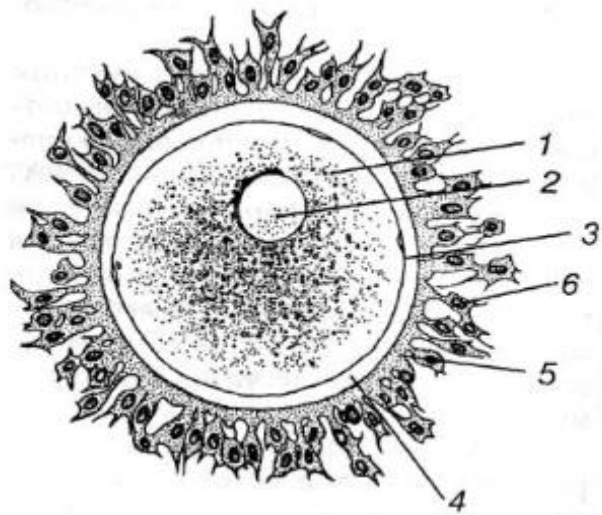


Рис. 16. Схема строения яйцеклетки млекопитающих: 1 – цитоплазма; 2 – ядро; 3 – мембрана; 4 – прозрачная оболочка; 5 – лучистый венец; 6 – фолликулярная клетка

**Задание 3.** Изучите и зарисуйте схему основных этапов сперматогенеза и овогенеза (рис. 17).

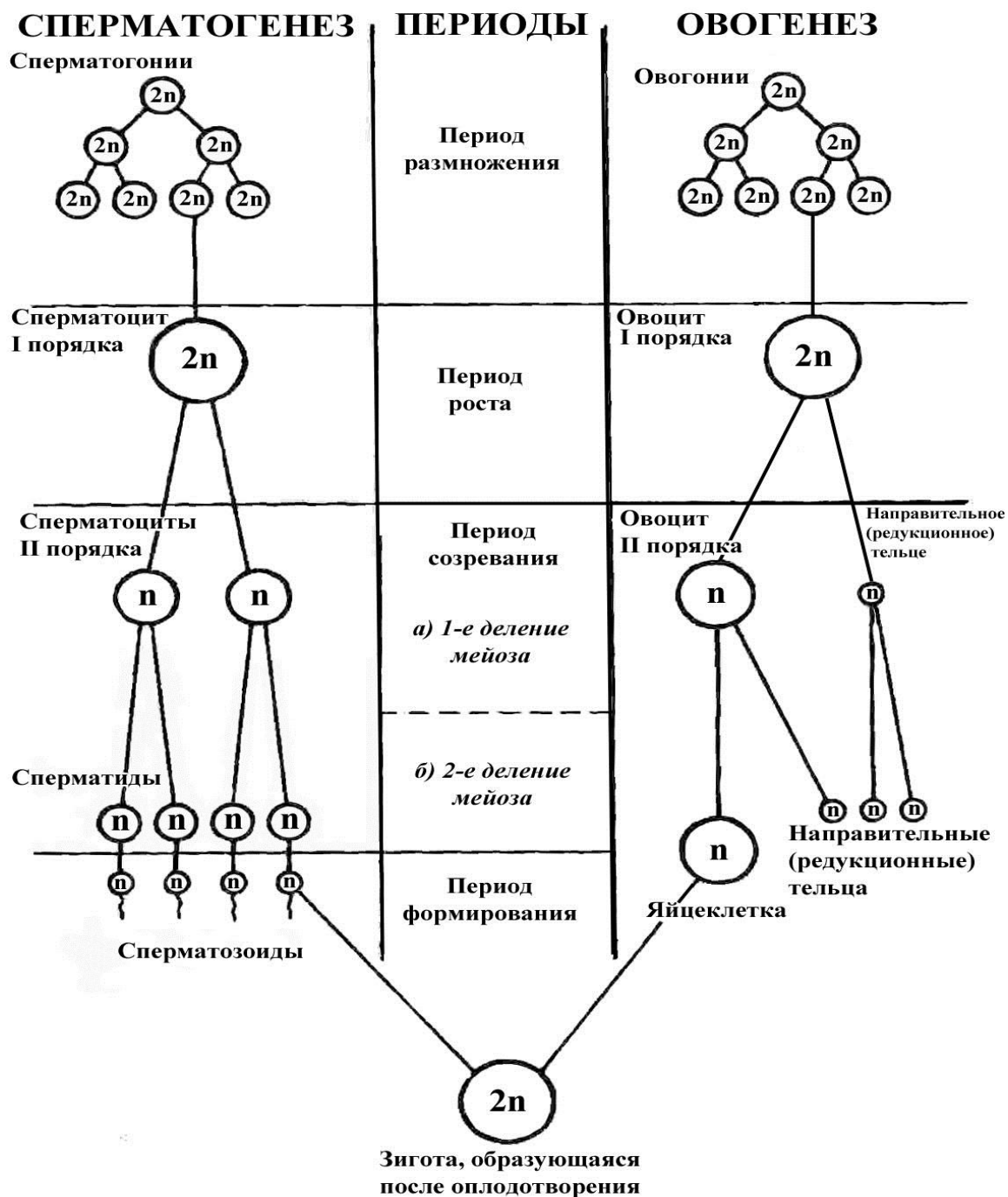


Рис. 17. Схема гаметогенеза

### Контрольные вопросы

1. Какое строение имеет сперматозоид млекопитающих?
2. Какое строение имеет яйцеклетка млекопитающих?
3. Как называются первичные половые клетки?
4. Каковы отличия овогенеза от сперматогенеза?

## Лабораторная работа № 8

# ВЫЯВЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРИЗНАКОВ СХОДСТВА ЗАРОДЫШЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ДРУГИХ ПОЗВОНОЧНЫХ КАК ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ИХ ЭВОЛЮЦИОННОГО РОДСТВА

**Цель работы:** познакомиться с эмбриональными доказательствами эволюции органического мира.

### Ход работы

#### *Теоретическая часть*

Факт единства происхождения живых организмов был установлен эмбриологическими исследованиями, в основе которых лежат данные науки эмбриологии.

Эмбриология – наука, изучающая зародышевое развитие организмов.

Все многоклеточные животные развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки. В процессе индивидуального развития они проходят стадии дробления, образования двух- и трехслойного зародышей, формирования органов из зародышевых листков. Сходство зародышевого развития животных свидетельствует о единстве их происхождения.

С особой отчетливостью сходство эмбриональных стадий выступает в пределах отдельных типов и классов. Так, на ранних стадиях развития у зародышей позвоночных (рыбы, ящерицы, кролика, человека) наблюдается поразительное сходство: все они имеют головной, туловищный и хвостовой отделы, зачатки конечностей, по бокам тела – зачатки жабр.

По мере развития зародышей черты различия выступают все более явственно. Причем вначале проявляются признаки класса, к которому относятся зародыши, затем признаки отряда и на еще более поздних стадиях – признаки рода и вида. Эта закономерность в развитии зародышей указывает на их родство, происхождение от одного ствола, который в ходе эволюции разделился на множество ветвей.

Основываясь на приведенных выше фактах, а также на множестве других, немецкие ученые Ф. Мюллер и Э. Геккель во второй по-

ловине XIX в. установили закон соотношения онтогенеза, который получил название биогенетического закона. Согласно этому закону каждая особь в индивидуальном развитии (онтогенезе) повторяет историю развития своего вида (филогенез), т. е. онтогенез есть краткое повторение филогенеза.

Однако за короткий период индивидуального развития особь не может повторить все этапы эволюции, которая совершалась тысячами или миллионы лет. Поэтому повторение стадий исторического развития вида в зародышевом развитии происходит в сжатой форме, с выпадением ряда этапов. Кроме того, эмбрионы имеют сходство не со взрослыми формами предков, а с их зародышами. Так, в онтогенезе млекопитающих и рыб имеется этап, на котором у зародышей образуются жаберные дуги. У зародыша рыбы на основании этих дуг образуется орган дыхания – жаберный аппарат. В онтогенезе млекопитающих повторяется не строение жаберного аппарата взрослых рыб, а строение закладок жаберного аппарата зародыша, на основе которых у млекопитающих развиваются совершенно иные органы (хрящи гортани и трахеи). В разработке теории онтогенеза выдающуюся роль сыграли исследования академика А. Н. Северцова. Он доказал, что изменение исторического развития обусловлены изменениями хода зародышевого развития.

Наследственные изменения затрагивают все стадии жизненного цикла, в том числе и зародышевый период. Мутации, возникающие в ходе развития зародыша, как правило, нарушают взаимодействие в организме и ведут к его гибели. Однако мелкие мутации могут оказаться полезными и тогда сохраняются естественным отбором. Они передадутся потомству, включатся в историческое развитие, влияя на его ход.

### ***Практическая часть***

1. Рассмотреть рис. 18 "Эмбриональное развитие позвоночных животных".
2. Выявить черты сходства зародышей человека и других позвоночных.

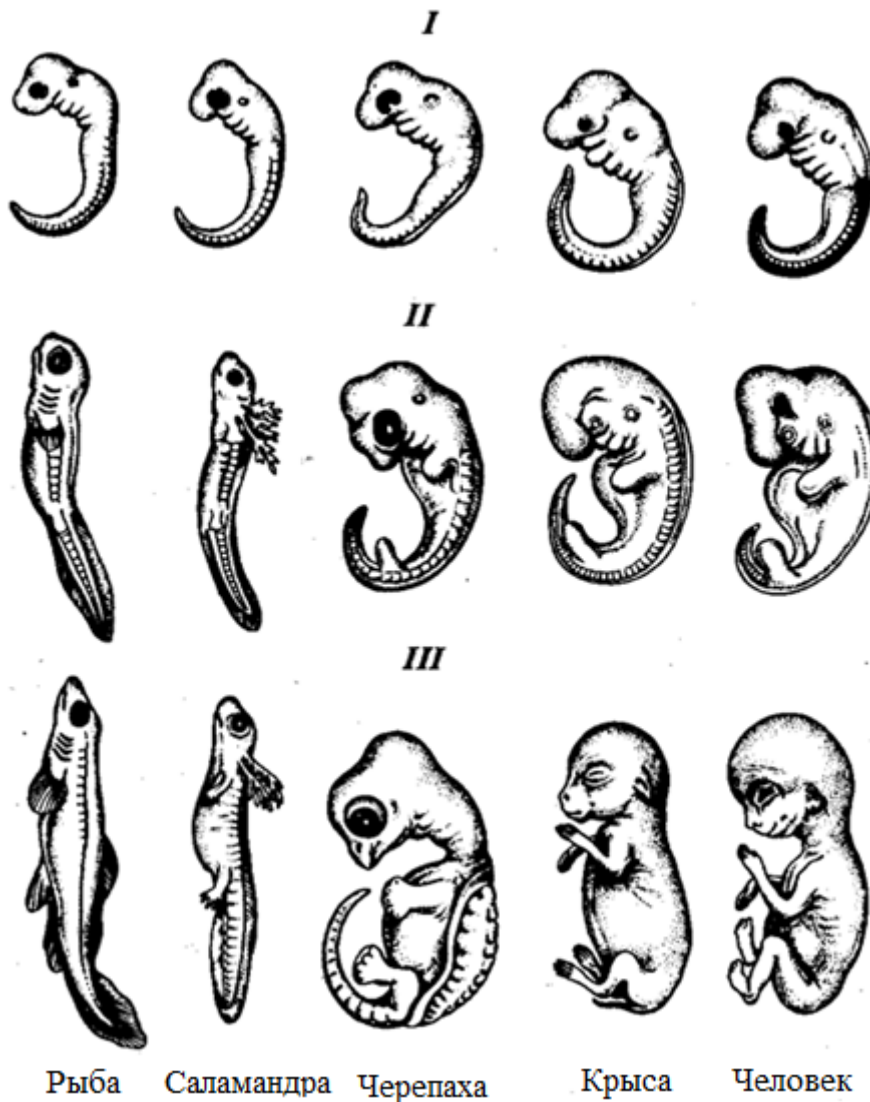


Рис. 18. Эмбриональное развитие позвоночных животных

3. Заполнить таблицу, учитывая стадию развития.

Объект изучения	Сходства	Различия
Рыба		
Рептилия		
Крыса		
Человек		

### Контрольные вопросы

1. Закон зародышевого сходства Карла Бэра и его уточнение Эрнестом Геккелем.
2. Каким образом можно доказать принадлежность организма к определённому типу на примере асцидий (в данном случае используйте анализ личиночных стадий)?

## Лабораторная работа № 9

### МОНОГИБРИДНОЕ И ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ

**Цель работы:** сформировать умения решать генетические задачи, выработать практические навыки и умения при оценке характера наследования признаков на примере решения задач.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

*Закон единообразия гибридов первого поколения (1-й закон Менделя):* при скрещивании двух гомозиготных организмов, относящихся к разным чистым линиям и отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, всё первое поколение гибридов (F1) окажется единообразным и будет нести признак одного из родителей.

*Закон расщепления (2-й закон Менделя):* при скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом отношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1.

*Закон независимого наследования признаков (3-й закон Менделя):* 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.

##### *Практическая часть*

**Задача 1.** Отсутствие малых коренных зубов у человека наследуется как доминантный аутосомный признак. Определите возможные генотипы и фенотипы родителей и потомства, если один из супругов имеет малые коренные зубы, а у другого они отсутствуют, и он гетерозиготен по этому признаку. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией?

**Задача 2.** У овса устойчивость к ржавчине доминирует над восприимчивостью (b) к этой болезни. Какими окажутся генотипы гибридов в F1 от скрещивания восприимчивого к ржавчине овса с гомозиготным устойчивым растением, каким будет соотношение генотипов и фенотипов в F2?

*Задача 3.* Самца морской свинки с розеточной (мохнатой) шерстью скрещивали с двумя самками, из которых первая имела гладкую шерсть, а вторая – розеточную. Первая самка принесла двух детенышей с розеточной шерстью и одного с гладкой. Вторая самка принесла трех детенышей с розеточной шерстью и одного с гладкой. Определите генотипы всех родителей и их потомков, если ген розеточной шерсти – доминантный (А).

*Задача 4.* Скрестили два растения земляники садовой с розовыми плодами (красный цвет неполно доминирует над белым). Определите генотипы родителей, потомства и соотношение фенотипов в F1.

*Задача 5.* Произвели скрещивание двух растений ночной красавицы с белыми и красными цветками (неполное доминирование красного цвета). Определите генотип родителей, генотип и фенотип гибридов первого поколения.

*Задача 6.* Скрестили два растения львиного зева с красными и белыми цветками. Их потомство оказалось с розовыми цветками. Определите генотипы родителей, гибридов первого поколения и тип наследования признака.

*Задача 7.* При скрещивании растения львиного зева с широкими листьями (А) с растением, имеющим узкие листья, образуются гибриды с листьями средней ширины. Определите вид доминирования и соотношение генотипов и фенотипов в F2 при скрещивании гибридов F1.

*Задача 8.* Скрестили гомозиготного петуха, имеющего гребень (А) и оперенные ноги (В), с гетерозиготной курицей, имеющей гребень и голые ноги (гены не сцеплены). Самца и самку первого поколения, имевших разные генотипы, скрестили между собой. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы гибридов первого и второго поколений.

*Задача 9.* Кареглазая правша вышла замуж за голубоглазого левшу. У них родился голубоглазый левша. Определите генотип матери (карие глаза и праворукость доминируют).

*Задача 10.* Черная окраска шерсти (А) доминирует над белой (а), а мохнатая шерсть (В) – над гладкой (в). Какого расщепления по фенотипу следует ожидать от скрещивания двух гетерозиготных по двум признакам кроликов?

*Задача 11.* Какова вероятность рождения голубоглазого (а), светловолосого (в) ребенка от брака голубоглазого темноволосого отца с генотипом  $aaVv$  и кареглазой светловолосой матери с генотипом  $AaVv$ ?

*Задача 12.* При скрещивании двух сортов томата с красными шаровидными и желтыми грушевидными плодами в первом поколении все плоды шаровидные красные. Определите генотипы родителей, гибридов первого поколения, соотношение фенотипов второго поколения.

*Задача 13.* При скрещивании томата с пурпурным стеблем (А) и красными плодами (В) и томата с зеленым стеблем и красными плодами получили 722 растения с пурпурным стеблем и красными плодами и 231 растение с пурпурным стеблем и желтыми плодами. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, потомства в первом поколении и соотношение генотипов и фенотипов у потомства.

*Задача 14.* Женщина, носительница рецессивного гена гемофилии, вышла замуж за здорового мужчину. Определите генотипы родителей, а у ожидаемого потомства – соотношение генотипов и фенотипов.

### **Контрольные вопросы**

1. В чём состоят особенности гибридологического метода?
2. Что такое анализирующее скрещивание, и в каких целях оно применяется?
3. Перечислите и опишите типы взаимодействия аллельных генов.

## **Лабораторная работа № 10**

### **ГЕНЕТИКА ПОЛА. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ**

**Цель работы:** отработка навыков решения генетических задач.

#### **Ход работы**

##### ***Теоретическая часть***

Пол – это совокупность морфологических и физиологических особенностей организма, обеспечивающих половое размножение.

У мужчин есть две непарные хромосомы, которые по форме в начале деления напоминают латинские буквы X и Y, и поэтому они



были названы X- и Y-хромосомами. Сперматозоиды мужчины могут нести одну из этих хромосом и определять пол будущего ребенка. В связи с этим хромосомы человека и многих других организмов делят на две группы: аутосомы и гетерохромосомы, или половые хромосомы.

К аутосомам относят хромосомы, одинаковые для обоих полов, тогда как половые хромосомы – это хромосомы, отличающиеся у разных полов и несущие информацию о половых признаках. В тех случаях, когда пол несет одинаковые половые хромосомы, например XX, его называют гомогаметным. Другой же пол, имеющий разные половые хромосомы (XY), называют гетерогаметным.

X-хромосома является крупной неравноплечевой хромосомой, которая несет свыше 1500 генов, причем многие мутантные их аллели вызывают у человека развитие тяжелых наследственных заболеваний. Y-хромосома очень маленькая, в ней содержится всего около десятка генов, в том числе специфические гены, ответственные за развитие по мужскому типу.

Так как некоторые гены находятся в половых хромосомах, неодинаковых у представителей противоположных полов, то характер наследования признаков, кодируемых данными генами, отличается от общего. Такой тип наследования называется крис-кросс наследованием, поскольку мужчины наследуют признаки матери, а женщины – отца. Признаки, определяемые генами, которые находятся в половых хромосомах, называются сцепленными с полом.

### ***Практическая часть***

*Задача 1.* В семье, где родители имеют нормальное цветовое зрение, сын – дальтоник. Гены нормального цветового зрения D и дальтонизма d располагаются в X-хромосоме. Определите генотипы родителей, сына дальтоника, пол и вероятность рождения детей – носителей гена дальтонизма. Составьте схему решения задачи.

*Задача 2.* У здоровой матери, не являющейся носителем гена гемофилии, и больного гемофилией отца (рецессивный признак h) родились две дочери и два сына. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы потомства, если признак свертываемости крови сцеплен с полом.

*Задача 3.* У человека наследование альбинизма не сцеплено с полом (A – наличие меланина в клетках кожи, а – отсутствие меланина в клетках кожи – альбинизм), а гемофилии – сцеплено с полом

( $X^H$  – нормальная свёртываемость крови,  $X^h$  – гемофилия). Определите генотипы родителей, а также возможные генотипы, пол и фенотипы детей от брака дигомозиготной нормальной по обоим аллелям женщины и мужчины альбиноса, больного гемофилией. Составьте схему решения задачи.

*Задача 4.* Гипертония у человека определяется доминантным аутосомным геном, а оптическая атрофия вызывается рецессивным геном, сцепленным с полом. Женщина с оптической атрофией выходит замуж за мужчину с гипертонией, у которого отец также страдал гипертонией, а мать была здорова. Какова вероятность, что ребенок в этой семье будет страдать обеими аномалиями, в процентах? Какова вероятность рождения здорового ребенка, в процентах?

*Задача 5.* Женщина, имеющая гипоплазию (истончение) эмали, выходит замуж за мужчину, у которого такой же дефект. От этого брака рождается мальчик, не страдающий данной болезнью. Какова была вероятность появления в этой семье здорового мальчика? Какова вероятность появления в этой семье здоровой девочки? Известно, что ген, ответственный за развитие гипоплазии эмали, – доминантный ген, локализованный в X-хромосоме.

*Задача 6.* У женщины, страдающей отсутствием потоотделения (ангидрозная эктодермальная дисплазия), и мужчины, не имеющего указанного дефекта, рождается сын. Определить, унаследует ли ребенок болезнь матери или же мальчик будет здоровым, как и его отец. Известно, что ген, ответственный за развитие этой болезни, – рецессивный ген, локализованный в X-хромосоме. Будет ли страдать этим заболеванием девочка, являющаяся вторым ребенком в семье?

*Задача 7.* У мужа и жены нормальное зрение, несмотря на то что отцы обоих супругов страдают цветовой слепотой (дальтонизмом). Ген дальтонизма рецессивен и сцеплен с X-хромосомой ( $X^d$ ). Определите генотип мужа и жены. Составьте схему решения задачи. Какова вероятность рождения у них сына с нормальным зрением, дочери с нормальным зрением, сына дальтоника, дочери дальтоника?

### **Контрольные вопросы**

1. В чем состоят особенности наследования признаков, сцепленных с полом? Какой учёный занимался их изучением?
2. Перечислите и опишите типы взаимодействия неаллельных генов.

## Лабораторная работа № 11

### АНАЛИЗ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

**Цель работы:** углубить знания о норме реакции как пределе приспособительных реакций организмов; сформировать знания о статистическом ряде изменчивости признака; выработать умение экспериментально получать вариационный ряд и строить кривую нормы реакции.

**Материалы и оборудование:** листья деревьев, линейка, метр для измерения роста студентов группы.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

Норма реакции – это диапазон фенотипических проявлений одного и того же генотипа в разных условиях среды.

Норма реакции может быть широкой и узкой. Чем шире норма реакции, тем больше влияние среды и тем меньше влияние генотипа в онтогенезе. Таким образом, каждый ген определяет не столько конкретное состояние признака, сколько пределы, в которых он может колебаться в зависимости от силы и продолжительности действия факторов среды.

Исследовав конкретный признак у многих особей, можно составить вариационный ряд – последовательность количественных показателей состояния признака, расположенных в порядке их возрастания или убывания. Длина данной последовательности будет зависеть как от пластичности генотипа, так и от изменчивости условий среды.

Распределение отдельных вариантов в популяции носит статистический характер, поскольку наиболее часто встречается среднее значение признака, тогда как его крайние проявления достаточно редки, что обусловлено воздействием экстремальных значений факторов среды.

##### *Практическая часть*

1. Измерьте рост каждого студента в группе с точностью до сантиметра, округлив цифры. Например, если рост составляет 165,7 см, отметьте, что рост 166 см.
2. Полученные данные запишите в тетради. Подсчитайте число объектов, имеющих одинаковый рост, внесите данные в таблицу.

Размер объектов V, см									
Число объектов n									

3. Постройте вариационную кривую, которая представляет собой графическое выражение изменчивости признака; частота встречаемости признака  $n$  – по вертикали; степень выраженности признака  $V$  – по горизонтали.

4. Вычислите средний рост студентов вашей группы путем деления суммы всех измерений на общее число измерений.

5. Определите норму реакции для данного признака:  $\max - \min =$

6. Те же самые исследования проведите с листьями деревьев: расположите листья в порядке нарастания их длины; измерьте длину объектов.

7. Полученные данные запишите в тетради. Подсчитайте число объектов, имеющих одинаковую длину, внесите данные в таблицу.

Размер объектов V, см									
Число объектов n									

8. Постройте вариационную кривую, которая представляет собой графическое выражение изменчивости признака; частота встречаемости признака  $n$  – по вертикали; степень выраженности признака  $V$  – по горизонтали.

### Контрольные вопросы

1. Какие признаки фенотипа имеют узкую норму реакции, а какие – широкую?
2. Чем обусловлена широта нормы реакции и от каких факторов она может зависеть?

## Лабораторная работа № 12

### ВИД. КРИТЕРИИ ВИДА. ВЫЯСНЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ВИДА И ЕГО МОРФОЛОГИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ

**Цель работы:** рассмотреть понятие и структуру вида, его критерии; на основании морфологического критерия определить свойства вида, отличия одного вида от другого.

**Материалы и оборудование:** гербарии различных видов одного и того же вида растений, но различных мест обитания; коллекции различных видов насекомых, влажные препараты рыб, амфибий, тушки птиц, млекопитающих; схема видообразования, схема дивергенции по Ч. Дарвину; подносы, линейки, штангенциркули, лупы, определители и справочники.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

Вид – совокупность особей, обладающих наследственным сходством внутреннего строения, физиологическими и биологическими особенностями, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни, занимающих в природе определенный ареал.

К. М. Завадский выделил 10 основных черт вида:

1. Определенная плотность особей, обеспечивающая необходимые контакты полов и воспроизведение.
2. Определенный тип организации, обусловленный генетически.
3. Способность к воспроизведению, что обеспечивает возможность существования его во времени.
4. Дискретность, т.е. нескрещиваемость между собой.
5. Приуроченность к определенным экологическим условиям. Каждый вид занимает определенное место в экосистеме, т.е. обладает специфическими адаптациями.
6. Ареал (территория обитания).
7. Многообразие составляющих форм ареала, что является следствием микроэволюционных процессов в различных экологических и географических условиях.

8. Историчность.
9. Устойчивость.
10. Целостность.

### ***Критерии вида***

*Морфологический.* Он не всегда приемлем, так как в природе имеются виды-двойники, у которых морфологические различия очень ничтожны, и единственным доказательством самостоятельности этих видов является несовместимость генотипов при скрещивании.

*Генетический.* Характеризуется спецификой генофонда вида, а также проявлением в фенотипе морфологических, физиологических и биохимических свойств. Специфика генофонда проявляется в многообразии фенотипических признаков.

*Физиолого-биохимический.* Основан на том, что виды различаются биохимическими структурами, иммунологическими реакциями, своеобразием обмена веществ и физиологических процессов, поведением. Этот критерий не всегда можно считать надежным при определении видовой самостоятельности, так как даже далекие виды могут быть очень сходны по этим признакам.

*Эколого-географический.* Указывает на пространственную обособленность вида и на занимаемую им экологическую нишу. Экологический критерий всегда уникален. Абсолютных критериев не существует. Критерии тесно связаны между собой и определяют особенность вида.

Полностью однородных видов в природе не существует. Виды, слабо дифференцированные и относительно более однообразные, называют монотипическими. Эти виды чаще встречаются среди эндемичных форм. Для основной массы видов характерна более сложная внутривидовая структура. Это политипические виды, которые объединены в географические, экологические, биологические расы.

### ***Пути видообразования***

Пути видообразования зависят от форм изоляции и типа видов (агамные, партеногенетические и с половым размножением). Основной путь образования видов – это постепенное видообразование. Оно приводит к постепенной дивергенции популяций внутри вида и характерно для видов, размножающихся половым путем. Постепенное видообразование может быть географическим (аллопатрическим) и экологическим (симпатрическим) в зависимости от характера микроэволюционных процессов.

*Географическое* видообразование связано с географическим разделением дивергирующих популяций и приводит к полной репродуктивной изоляции. Это самый распространенный способ видообразования, начинается с географической изменчивости, которая может быть непрерывной (клинальной) или прерывистой с образованием географических изолятов. Географические изоляты образуются на островах, в горах и по периферии ареалов у континентальных видов. В центре ареала континентальных видов наблюдается клинальная изменчивость. Теория географического видообразования разработана Э. Майром (1968). Другие авторы, например С. Райт, отдают предпочтение в природе экологическому (симпатрическому) видообразованию. Экологическое видообразование осуществляется через экологическое разобщение дивергирующих популяций.

При *симпатрическом* видообразовании возникновение новых видов может происходить при быстром изменении кариотипа, например при аутополиплоидии. В случае, если полиплоидные формы проходят "проверку" естественного отбора и оказываются лучше исходной диплоидной, они могут распространяться, сосуществовать с материнским видом или просто вытеснить его. Симпатрическое видообразование осуществляется также путем гибридизации с последующим удвоением числа хромосом (аллополиплоидия).

Одним из способов симпатрического видообразования является возникновение репродуктивной изоляции внутри особей первоначально единой популяции в результате фрагментации или слияния хромосом и других хромосомных перестроек. Достаточно изученным способом симпатрического видообразования является возникновение новых форм в результате сезонной изоляции. Например, у погремка раннецветущие и поздноцветущие формы репродуктивно изолированы друг от друга, и если условие отбора сохраняется длительное время, эти формы могут образовать новые виды.

Особенность симпатрического видообразования в том, что оно приводит к возникновению новых видов, морфологически близких к исходному. При полиплоидии увеличиваются размеры, но общий облик растений не изменяется; при хромосомных перестройках происходит такое же явление; при экологической (сезонной) изоляции новые формы также морфологически слабо различимы. И только при гибридизации появляется новая видовая форма, отличная от роди-

тельских видов. Каким бы ни был путь видообразования, он всегда является процессом историческим, протекает во времени и идет под контролем естественного отбора.

### ***Практическая часть***

Внимательно рассмотрите материал, пособия и оборудование. Вспомните основные свойства видов и их критерии. Возьмите по два вида растений, насекомых, рыб, птиц, млекопитающих. На основании морфологического критерия докажите отличие одного вида от другого. Полученные данные, характеризующие самостоятельность этих видов, занесите в таблицы.

#### Сравнительно-морфологические данные различных видов растений

№ п/п	Название вида	Признаки					Место обитания
		Форма строения листа	Стебель	Цветки	Соцветия	Время цветения	

#### Сравнительно-морфологические данные различных видов птиц

№ п/п	Название вида	Признаки					
		Размеры	Форма крыльев, окраска, рисунок	Строение и размеры клюва	Место обитания	Питание	Размножение

#### Сравнительно-морфологические данные различных видов рыб

№ п/п	Название вида	Признаки					
		Длина	Количество лучей в спинном плавнике	Чешуя (циклоидная, ктеноидная)	Место обитания	Питание	Период нереста



## **Контрольные вопросы**

1. Перечислите критерии вида.
2. Какие признаки вида "удобнее" для изучения?
3. Какими критериями – первичными или вторичными – удобнее пользоваться при изучении?
4. Какие принципы использованы К. М. Завадским при выделении этапов изучения видов?
5. Как К. Линнею удалось доказать реальность и универсальность вида?
6. Каково современное понимание вида? Почему в настоящее время существует много определений вида?
7. Чем обеспечивается целостность вида в пространстве и во времени?
8. Какие методы использовал Н. И. Вавилов при изучении вида? Почему?
9. Как Вы понимаете слова Н. И. Вавилова: "Вид состоит из связанных друг с другом частей, в которых целое и части взаимно проникают друг в друга"?
10. Различаются ли целостность вида и целостность особей?

## **Лабораторная работа № 13**

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА**

**Цель работы:** проанализировать направления действия естественного и искусственного отборов, их роль в эволюции живой природы, на конкретных примерах сопоставить особенности эволюции культурных форм и видов в дикой природе.

**Материалы и оборудование:** коллекция насекомых; таблицы: культурные сорта капусты, породы голубей, кур, крупного рогатого скота, домашних свиней и их родоначальников; подносы, линейки, определители, справочники, лупы.

#### **Ход работы**

##### **Теоретическая часть**

Искусственный отбор – это осуществляемая человеком система мероприятий по усовершенствованию существующих и созданию но-

вых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов с полезными в хозяйственном отношении наследственными признаками.

### ***Формы искусственного отбора***

1. *Бессознательный* отбор – это самая древняя и примитивная форма искусственного отбора, когда человек не стремится создать новую породу, сорт или штамм, а лишь оставляет на племя организмы с лучшей продуктивностью, обладающие более полезными для него признаками и свойствами. Используя свойства изменчивости и наследственности посредством размножения одних особей и выбраковки других, человек в течение многих тысяч лет формировал животных и растения с различными уровнями продуктивности, окрасом, устойчивостью и т.д.

Бессознательный отбор (по Ч. Дарвину) – промежуточное звено между естественным и искусственным отбором.

2. *Методический* отбор – наиболее прогрессивный, когда преследуются конкретные цели, ставятся определенные задачи в выведении новых пород животных и сортов растений. Селекционер использует естественную изменчивость организмов или вызывает ее различными способами, проводит подбор пар для спаривания, обеспечивает закрепление нужных признаков в последующих поколениях. Методический отбор может быть однократным и многократным. Однократный отбор происходит в течение одного поколения в силу появления мутаций (возникновение мошанской породы овец с длинной мягкой волнистой шерстью). Многократный отбор продолжается в течение нескольких поколений.

3. *Инбридинг* (родственное скрещивание) – это избирательное скрещивание между близкородственными особями с целью сохранения и распространения желательных признаков. Инбридинг часто используют при разведении кошек и собак. Длительный инбридинг может привести к снижению плодовитости, ослаблению устойчивости к заболеваниям.

4. *Аутбридинг* (неродственное разведение) – скрещивание особей из генетически различных популяций. Аутбридинг применяют для получения у растений новых более ценных признаков. Разнородный подбор позволяет создать новые ценные признаки, отсутствующие у родителей, исправить недостатки, свойственные одному из родителей. Потомков от скрещивания называют гибридами. Они пре-

восходят родительские формы по величине и количеству плодов, устойчивости к заболеваниям и скорости созревания. Иногда гибридизация может сопровождаться изменением числа хромосом – полиплоидизацией, которая может приводить к возникновению новых видов.

5. *Неумышленный* отбор на устойчивость к антибиотикам, пестицидам и гербицидам, которому подвергаются патогенные микроорганизмы, вредители и сорняки. Создается порочный круг: все возрастающее число химических веществ, изобретаемых для борьбы с вредными организмами, приводит к появлению новых форм, устойчивых к этим веществам.

С борьбой за существование, жизненным состязанием и зависимостью организмов от условий существования связан и *естественный* отбор.

Под естественным отбором Ч. Дарвин понимал процесс сохранения полезных индивидуальных изменений или различий и уничтожения вредных. Исходя из того что организмы неоднородны по своим наследственным особенностям и имеют индивидуальные отклонения в определенных условиях среды, он отмечает, что изменения могут быть безразличные, полезные и вредные. Из поколения в поколение накапливаются незначительные полезные изменения и их комбинации, которые со временем становятся характерными признаками популяции, разновидностей, видов. Отбор постоянно воздействует на весь организм, на его внешние и внутренние органы, на их структуру и функцию.

### ***Формы естественного отбора***

1. *Половой* отбор – это борьба между особями одного пола, обычно самцами, за обладание особями другого пола. Ч. Дарвин различал две формы полового отбора. В одних случаях происходит борьба между самцами, чтобы прогнать или убить соперника. В результате более приспособленные, хорошо вооруженные самцы дают плодотворное потомство. В других случаях самцы не борются друг с другом, а "конкурируют" между собой. При этой форме полового отбора, производимого самкой, из поколения в поколение совершенствуются и усиливаются вторичные половые признаки самца: яркость оперения, брачные песни, способы ухаживания за самкой и т.д.

С процессами полового отбора связано явление полового диморфизма: самец и самка обладают различными вторичными поло-

выми признаками (яркая окраска и разнообразные украшения самцов многих птиц, половое отличие в развитии, внешности, поведении других животных). Действие полового отбора ярко проявляется у животных с развитой нервной системой и богатой рефлекторной деятельностью (млекопитающих, птиц, насекомых). Характер полового отбора специфичен для каждого вида. Ч. Дарвин несколько излишне подчеркивал преднамеренный выбор самкой наиболее "красивого" самца, тем самым дал повод для обвинения его в антропоморфизме. Гипотеза полового отбора в настоящее время объясняется синхронностью созревания половых продуктов у самцов и самок с соответствующими танцами, окрасками, запахами. В этом случае самка отдает предпочтение самцу, наиболее удачно выполнившему свою роль, а это в конечном счете и есть выбор, не связанный с элементами сознательности.

2. *Стабилизирующий* отбор наблюдается в том случае, если условия внешней среды длительное время остаются достаточно постоянными. Он направлен против крайних вариантов изменчивости, наблюдаемых в популяциях. В результате средняя величина (среднее состояние) признака остается из поколения в поколение неизменной. Стабилизирующий отбор ведет к большей фенотипической однородности популяции и к ее стабильности. Направление стабилизирующего отбора противоположно схеме дивергентной эволюции, разработанной Ч. Дарвином. Под контролем стабилизирующего отбора, действующего длительное время, вид может внешне оставаться неизменным. Но эта неизменность вида кажущаяся. Шмальгаузен подчеркивал, что в таких условиях генофонд вида обогащается новыми мутациями, которые увеличивают мобилизационный резерв изменчивости.

3. *Движущий* отбор всегда приводит к увеличению средней приспособленности популяции. Он действует в изменяющихся условиях окружающей среды и направлен против среднего значения признака, наблюдаемого в популяции, на сохранение крайних значений. Движущий отбор приводит генетический состав популяций в соответствие изменениям во внешней среде так, чтобы средняя приспособленность популяций была максимальной.

Скорость изменения частот аллелей в популяции и средних значений признаков при действии отбора зависит не только от интенсивности отбора, но и от генетической структуры признаков, по которым

идет отбор. Отбор против рецессивных мутаций оказывается значительно менее эффективным, чем против доминантных. В гетерозиготе рецессивный аллель не проявляется в фенотипе и поэтому ускользает от отбора. Движущая форма естественного отбора играет решающую роль в приспособлении живых организмов к меняющимся во времени внешним условиям. Она же обеспечивает широкое распространение жизни, ее проникновение во все возможные экологические ниши.

4. *Разрывающий (дизруптивный)* отбор приводит к тому, что преимущество приобретают два крайних варианта признака или более. В определенных ситуациях дизруптивный отбор по признакам, связанным с особенностями экологии (временем размножения, предпочтением разных видов корма, разных местообитаний), может приводить к образованию экологически обособленных рас внутри вида и затем к видообразованию.

### ***Практическая часть***

1. Пользуясь пособиями в виде тушек, муляжей, таблиц, внимательно рассмотрите и сопоставьте особенности эволюции культурных форм и видов в дикой природе. Полученные данные поместите в таблицу.

#### Сравнительные данные эволюции культурных форм видов в природе

№ п/п	Тезисы для сравнения	Эволюция культурных форм	Эволюция диких форм
1	Источником эволюции служит		
2	Процесс эволюции обусловлен действием		
3	Отбор наследственных изменений производят		
4	Сохраняются формы, полезные для ...		
5	Формы, обладающие менее полезными признаками		
6	Приспособленность организмов		
7	Результаты		

2. На основании известных вам примеров борьбы за существование в природе заполните таблицу.

**Сравнительная характеристика форм  
борьбы за существование**

Формы борьбы за существование	Определение	Примеры	Причины возникновения	Значение для эволюции

**Контрольные вопросы**

1. Что такое искусственный отбор, порода, сорт? На основании чего Ч. Дарвин пришел к выводу о наличии искусственного отбора?
2. Доказательство искусственного отбора.
3. Охарактеризуйте понятие "накапливающее действие отбора".
4. Как производится искусственный отбор?
5. Условия, благоприятствующие проведению искусственного отбора по Ч. Дарвину.
6. Механизм породообразующего и сортообразующего действия искусственного отбора.
7. Творческая роль искусственного отбора.
8. Взаимосвязь изменчивости, наследственности и искусственного отбора.
9. Формы искусственного отбора по Ч. Дарвину.
10. Каковы польза или вред действия искусственного отбора для видов?
11. Предпосылки возникновения учения Ч. Дарвина.
12. Формирование эволюционных воззрений Ч. Дарвина.
13. Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания.
14. Ч. Дарвин о формах, причинах и эволюционном значении изменчивости.
15. Искусственный отбор, его суть и значение.
16. Ч. Дарвин о законах изменчивости и наследственности.

## Лабораторная работа № 14

### МАКРОЭВОЛЮЦИЯ И ЕЁ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

**Цель работы:** изучить процесс макроэволюции и ее доказательства.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, готовые микропрепараты, схемы, плакаты, Интернет-ресурсы.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

Доказательствами макроэволюции служат данные палеонтологии, эмбриологии, сравнительной анатомии, биогеографии.

*Палеонтологические доказательства эволюции.* В результате сравнительного анализа ископаемых остатков вымерших видов ученым удалось установить переходные формы и филогенетические ряды, демонстрирующие наличие эволюционного процесса.

*Переходные формы* – это организмы, сочетающие признаки строения эволюционно более древних и более поздних групп. Переходными формами считаются вымершие виды растений – беннеттиты, сочетающие строение голосеменных и цветковых; вымершие зверозубые ящеры, которые имели признаки, свойственные пресмыкающимся и млекопитающим.

*Филогенетические* – это ряды связанных родством ископаемых форм, демонстрирующие ход филогенеза (исторического развития организмов) и смену условий окружающей среды. Известному русскому палеонтологу В. О. Ковалевскому удалось выстроить филогенетический ряд лошадей. В данный ряд включено 12 родов и несколько сотен видов. Каждый вид соответствовал определенной стадии исторического развития, которая процветала в течение миллионов лет, прежде чем вымерла. Место вымершего вида занимал другой близкородственный вид. Аналогичные филогенетические ряды были составлены для моллюсков, иглокожих, верблюдов, жирафов, слонов (рис. 19).

*Эмбриологические доказательства эволюции* основаны на выявлении сходства в строении зародышей разных систематических групп организмов. Еще в 1828 г. русский естествоиспытатель К. Бэр сформулировал закон зародышевого сходства: чем более ранняя стадия индивидуального развития, тем больше сходства обнаруживается между различными организмами.

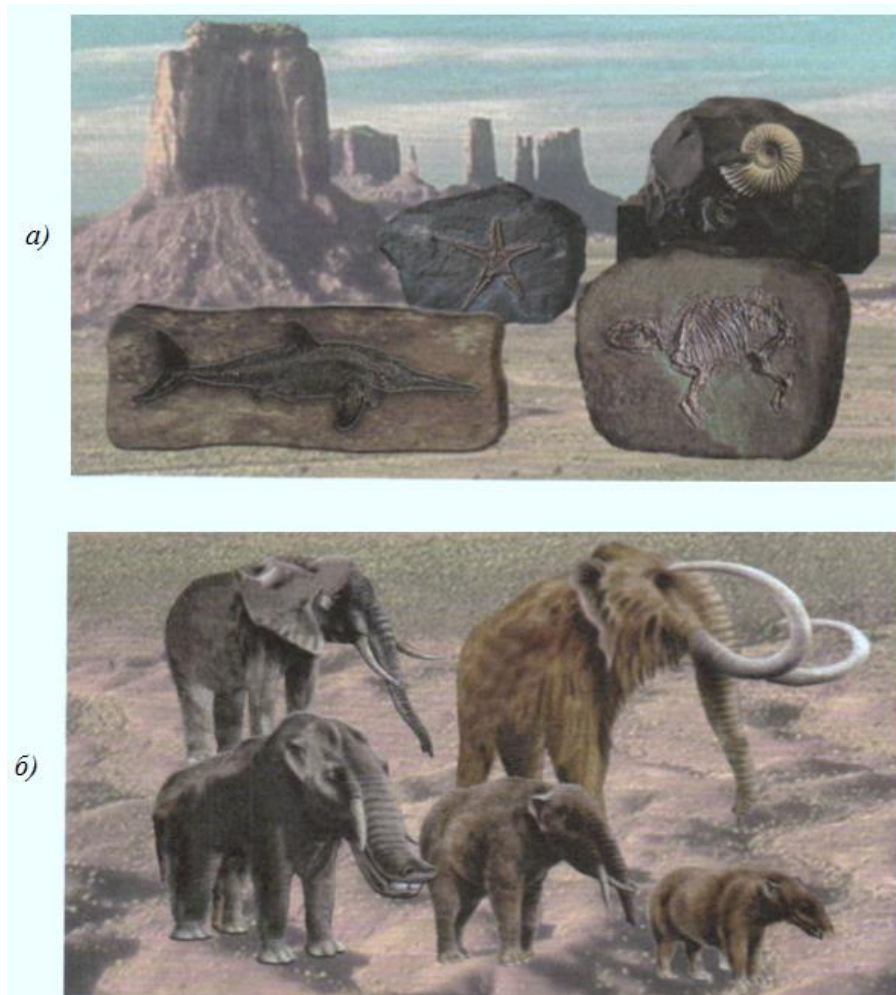


Рис. 19. Ископаемые формы организмов: *а* – следы, отпечатки и окаменелости древних организмов; *б* – филогенетический ряд слонов

Например, на ранних стадиях развития зародыши всех позвоночных практически не отличаются друг от друга (см. рис. 18). Лишь на средних стадиях у зародышей формируются особенности, характерные для рыб и земноводных, а на более поздних стадиях – особенности пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Наглядный пример зародышевого сходства – закладка жаберных щелей у всех позвоночных, в том числе и наземных.

*Сравнительно-анатомические доказательства* эволюции базируются на изучении и сравнении строения организмов, принадлежащих к разным систематическим группам. Анатомические исследования позволяют выявить сходство в строении внешне непохожих органов и систем органов. Например, выяснено, что передние конечности позвоночных животных по строению полностью соответствуют друг



другу (рис. 20). Даже расположение мышц, нервов, кровеносных сосудов и строение внутренних органов самых различных позвоночных животных во многом сходны.

Сравнительно-анатомическими доказательствами эволюции являются рудиментарные органы, или рудименты (от лат. *rudimentum* – зачаток), т. е. органы, которые утратили (полностью или частично) свои функции. Рудиментами являются остатки тазовых костей у безногой ящерицы желтопузика и змей (удавов), китообразных.

Человек имеет рудиментарные органы – копчик (остаток хвостовых позвонков), зачаточные ушные мышцы (свидетельство того, что предки человека обладали подвижной ушной раковиной).

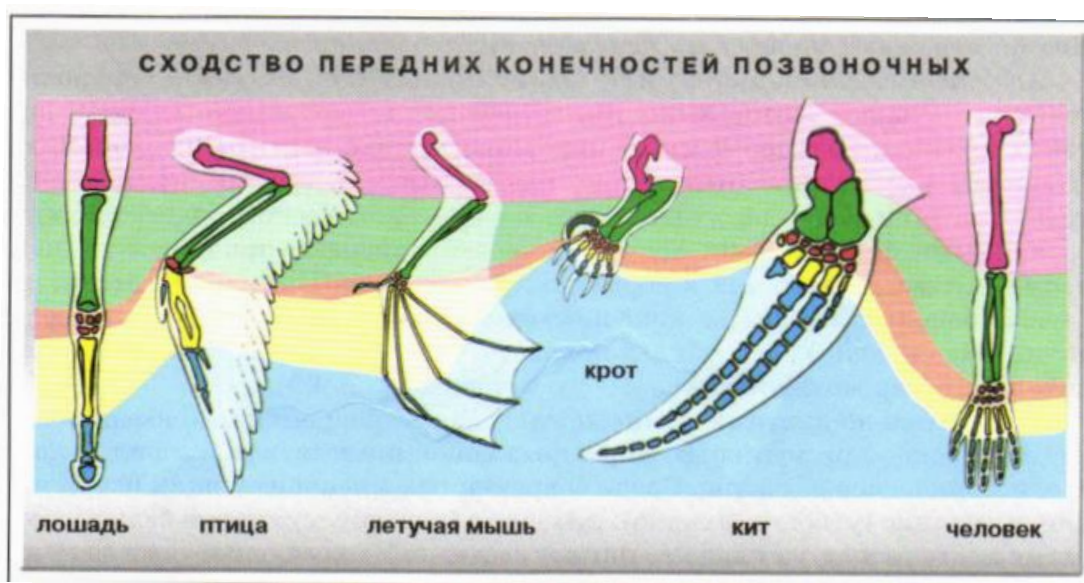


Рис. 20. Сравнительно-анатомические доказательства родства позвоночных животных

Атавистические органы, или атавизмы (от лат. *atavus* – прародитель), – признаки, которые иногда встречаются у современных форм далеких предков, но в норме им не присущие, однако характерные для них. Атавизмы рассматриваются только как доказательство предполагаемого хода эволюции. Они свидетельствуют о филогенетическом родстве между различными организмами: теми, у кого эти признаки присутствуют как норма, и теми, у кого они в норме не проявляются. Примерами атавизма служат боковые пальцы на конечностях у лошади, полосатость у поросят домашних свиней, хвост, обильная волосатость всего тела, наличие дополнительных пар молочных желез у человека (рис. 21).

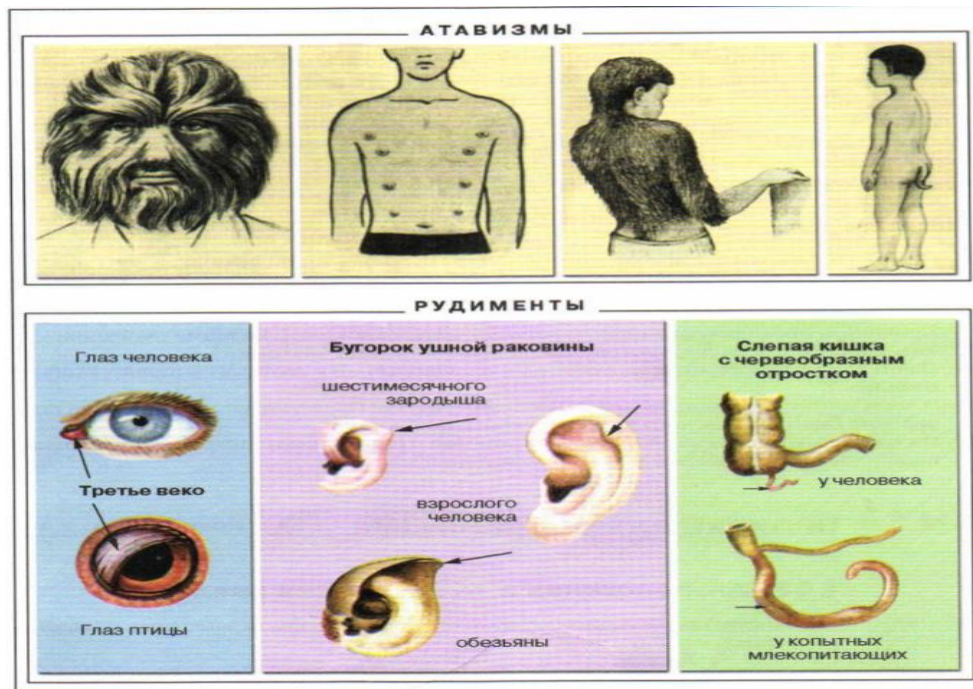


Рис. 21. Атавизмы и рудименты – доказательства предполагаемого хода макроэволюции

*Биогеографические доказательства* эволюции основаны на сравнении флоры и фауны разных континентов планеты. Данные, которыми располагает биогеография, свидетельствуют о том, что виды возникали в каких-то определенных областях, а затем заселяли более широкие территории.

### **Практическая часть**

1. Назовите доказательства, свидетельствующие об эволюции органического мира.
2. На каких исследованиях основаны палеонтологические доказательства эволюции?
3. Какое значение в доказательствах эволюции имеет установление переходных форм? Приведите примеры переходных форм, служащих доказательствами эволюции.
4. Какие научные методы лежат в основе сравнительной анатомии?
5. О чем свидетельствует сходство строения зародышей животных на ранних стадиях развития?
6. В чем состоит сущность биогенетического закона? Приведите доказательства проявления биогенетического закона на примере растений.
7. Из споры мха «кукушкин лен» развивается нить (протонема), похожая на нитчатую водоросль. Какой закон отражает это явление?
8. Сделать вывод о проделанной работе.

## Лабораторная работа № 15

### ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ ОРГАНИЗМОВ И ЕЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР

**Цель работы:** научиться выявлять адаптивные приспособления организмов к условиям среды и причины относительности этих приспособлений.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, готовые микропрепараты, схемы, плакаты, Интернет-ресурсы, гербарии.

#### Ход работы

1. Рассмотрите предложенный вам гербарный или живой образец растения, изображение животного, определите название растения и среду его обитания:

а) определите особенности строения растения и животного, приспособляющие эти организмы к среде обитания (можно пользоваться дополнительной литературой);

б) заполните таблицу

Название организма	Среда обитания	Адаптивные черты строения	Значение адаптаций	Причины относительности
--------------------	----------------	---------------------------	--------------------	-------------------------

в) сделайте предположения о надежности этих приспособлений;

г) сделайте вывод о значении адаптаций и об относительности этих приспособлений.

2. Заполните таблицу

Формы приспособленности	Пример
Покровительственная окраска	
Предостерегающая окраска	
Мимикрия	
Способ опыления	
Плодовитость	
Отпугивающее поведение	

3. Выберите приспособления (физиологические адаптации), связанные с обитанием в воде и представляющие крокодила как хищника (рис. 22). Заполните таблицу.

Приспособления к жизни в воде	Приспособления к питанию (как хищник)
-------------------------------	---------------------------------------

--	--

4. Заполните таблицу формы приспособленности к засухе.

Приспособление к засухе	
у растений	у животных



а)



б)



в)

*Рис. 22. Разнообразие адаптационных форм живых организмов:  
а, б, – животная; в – растительная*

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение модификационной изменчивости. Каково её эволюционное значение?
2. Норма реакции признака. Приведите примеры.

## Лабораторная работа № 16

### АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ГИПОТЕЗ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ И ЧЕЛОВЕКА

**Цель работы:** сформировать способности делать сравнительный анализ текста.

**Материалы и оборудование:** микроскоп, готовые микропрепараты, схемы, плакаты, Интернет-ресурсы.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

*Гипотезы самозарождения.* На протяжении тысячелетий люди верили в самопроизвольное зарождение жизни, считая его обычным способом появления живых существ из неживой материи. Полагали, что источником спонтанного зарождения служат либо неорганические соединения, либо гниющие органические остатки (*концепция абиогенеза*). Эта гипотеза была распространена в Древнем Китае, Вавилоне и Египте в качестве альтернативы креационизму, с которым она сосуществовала. Идея самозарождения высказывалась также философами Древней Греции и даже более ранними мыслителями, т.е. она, по-видимому, так же стара, как и само человечество. На протяжении столь длительной истории эта гипотеза видоизменялась, но по-прежнему оставалась ошибочной. Аристотель, которого часто провозглашают основателем биологии, писал, что лягушки и насекомые заводятся в сырой почве.

В средние века многим «удавалось» наблюдать зарождение разнообразных живых существ, таких как насекомые, черви, угри, мыши, в разлагающихся или гниющих остатках организмов. Эти «факты» считались весьма убедительными до тех пор, пока итальянский врач Франческо Реди (1626 – 1697) не подверг сомнению теорию спонтанного зарождения. В 1668 г. Реди проделал следующий опыт. Он поместил мертвых змей в разные сосуды, причем одни сосуды накрыл кисеей, а другие оставил открытыми. Налетевшие мухи отложили яйца на мертвых змеях в открытых сосудах; вскоре из яиц вывелись личинки. В накрытых сосудах личинок не оказалось. Таким образом, Реди доказал, что белые черви, появляющиеся в мясе змей, – личинки флорентийской мухи и что если мясо закрыть и предотвратить доступ

мух, то оно не «произведет» червей. Опровергнув концепцию самозарождения, Реди высказал мысль о том, что жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни (*концепция биогенеза*).

Подобных взглядов придерживался и голландский ученый Антони ван Левенгук (1632 – 1723), который, используя микроскоп, открыл мельчайшие организмы, невидимые невооруженным глазом.

Мнение Левенгука разделял итальянский ученый Ладзаро Спалланцани (1729 – 1799), который решил доказать опытным путем, что микроорганизмы, часто обнаруживаемые в мясном бульоне, самопроизвольно в нем не зарождаются. С этой целью он помещал жидкость, богатую органическими веществами (мясной бульон), в сосуды, кипятил эту жидкость на огне, после чего сосуды герметично запаивал. В итоге бульон в сосудах оставался чистым и свободным от микроорганизмов. Своими опытами Спалланцани доказал невозможность самопроизвольного зарождения микроорганизмов.

Сокрушительный удар по этой гипотезе был нанесен в 19 в. французским ученым-микробиологом Луи Пастером (1822 – 1895) и английским биологом Джоном Тиндалем (1820 – 1893). Они показали, что бактерии распространяются по воздуху и что если в воздухе, попадающем в колбы с простерилизованным бульоном, их нет, то и в самом бульоне они не возникнут. Пастер пользовался для этого колбами с изогнутым S-образным горлышком, которое служило для бактерий ловушкой, тогда как воздух свободно проникал в колбу и выходил из нее.

Тиндаль стерилизовал воздух, поступающий в колбы, пропуская его сквозь пламя или через вату. К концу 70-х гг. 19 в. практически все ученые признали, что живые организмы происходят только от других живых организмов, что означало возвращение к первоначальному вопросу: откуда же взялись первые организмы?

*Гипотеза стационарного состояния.* Согласно этой гипотезе Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда была способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень мало; виды также существовали всегда. Эту гипотезу называют иногда гипотезой *этернизма* (от лат. *eternus* – вечный).

*Гипотеза этернизма* была выдвинута немецким ученым В. Прейером в 1880 г. Взгляды Прейера поддерживал академик В. И. Вернадский – автор учения о биосфере.



*Гипотеза панспермии.* Гипотеза о появлении жизни на Земле в результате переноса с других планет неких зародышей жизни получила название *панспермии* (от греч. *pan* – весь, всякий и *sperma* – семя). Эта гипотеза примыкает к гипотезе стационарного состояния. Ее приверженцы поддерживают мысль о вечном существовании жизни и выдвигают идею о внеземном ее происхождении. Одним из первых идею о космическом (внеземном) происхождении жизни высказал немецкий ученый Г. Рихтер в 1865 г. Согласно Рихтеру жизнь на Земле не возникла из неорганических веществ, а была занесена с других планет. В связи с этим вставали вопросы: насколько возможно такое перенесение с одной планеты на другую и как это могло быть осуществлено? Ответы искали в первую очередь в физике, и неудивительно, что первыми защитниками этих взглядов выступили представители этой науки, выдающиеся ученые Г. Гельмгольц, С. Аррениус, Дж. Томсон, П. П. Лазарев и др.

Согласно представлениям Томсона и Гельмгольца споры бактерий и других организмов могли быть занесены на Землю с метеоритами. Лабораторные исследования подтверждают высокую устойчивость живых организмов к неблагоприятным воздействиям, в частности к низким температурам. Например, споры и семена растений не погибали даже при длительном выдерживании в жидком кислороде или азоте.

Другие ученые высказывали мысль о перенесении «спор жизни» на Землю светом.

Современные приверженцы концепции панспермии (в числе которых лауреат Нобелевской премии английский биофизик Ф. Крик) считают, что жизнь на Землю занесена случайно или преднамеренно космическими пришельцами.

К гипотезе панспермии примыкает точка зрения астрономов Ч. Викрамасингха (Шри-Ланка) и Ф. Хойла (Великобритания). Они считают, что в космическом пространстве, в основном в газовых и пылевых облаках, в большом количестве присутствуют микроорганизмы, где они, по мнению ученых, и образуются. Далее эти микроорганизмы захватываются кометами, которые затем, проходя вблизи планет, «сеют зародыши жизни».

*Коацерватная гипотеза* Опарина – Холдейна. Среди современных учений о происхождении жизни важнейшее место занимает биохимическая концепция, которую выдвинул в 1924 г. советский био-

химик А. И. Опарин. Согласно этой концепции жизнь возникла в специфических условиях древней Земли и является закономерным результатом химической эволюции соединений углерода во Вселенной.

Процесс возникновения жизни включает три этапа:

1. Возникновение органических веществ.
2. Образование из более простых органических веществ биополимеров (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов и др.).
3. Возникновение примитивных самовоспроизводящихся организмов.

В каких же условиях могли происходить эти явления?

А. И. Опарин высказал мысль, что атмосфера первичной Земли была не такой, как сейчас, и носила строго восстановительный характер.

Возраст Земли, по мнению геологов и астрономов, составляет примерно 4,5 млрд лет. В далеком прошлом состояние нашей планеты было мало похоже на нынешнее. По всей вероятности, температура ее поверхности была очень высокой (4000 – 8000 °С).

По мере остывания углерод и более тугоплавкие металлы конденсировались и образовывали земную кору. В ее состав, кроме карбидов, входят соединения алюминия, кальция, железа, магния, натрия, калия и других элементов. Поверхность планеты была, вероятно, неровной. В результате вулканической деятельности, непрерывных подвижек коры и сжатия, вызванного охлаждением, на ней образовывались складки и возвышения. Легкие газы – водород, гелий, азот, кислород и аргон – уходили из атмосферы, так как гравитационное поле нашей планеты не могло их удерживать. Однако простые соединения, содержащие эти и другие элементы, удерживались у Земли. К ним относятся вода, аммиак, диоксид углерода и метан, возможно, цианистый водород.

При остывании Земли у ее поверхности происходило конденсирование паров воды, что привело к образованию первичного водного океана. Под воздействием различных видов энергии (электрических разрядов молний, солнечной энергии и др.) из простых соединений образовались более сложные органические вещества, а затем и биополимеры. Отсутствие в атмосфере кислорода было, вероятно, необходимым условием образования органических веществ. Это предположение подтверждается результатами лабораторных опытов, показавшими, что органические вещества гораздо легче создаются в отсутствие кислорода.



По мнению А. И. Опарина, разнообразие находившихся в океанах простых соединений, большая площадь поверхности Земли, доступность энергии и большой промежуток времени позволяют предположить, что в океане постепенно происходило накопление органических веществ, что в итоге привело к образованию того «первичного бульона», в котором могла возникнуть жизнь.

А. И. Опарин полагал, что решающая роль в превращении неживого в живое принадлежит белкам. Благодаря своим свойствам белковые молекулы способны к образованию коллоидных гидрофильных комплексов, другими словами, они притягивают к себе молекулы воды, которые создают вокруг них оболочку. Эти комплексы могут обособляться от всей массы воды и сливаться друг с другом, приводя к образованию *коацерватов* (от лат. *coaceruus* – сгусток, куча). Разнообразие состава «первичного бульона» в разных местах вело к различиям в химическом составе коацерватов и поставляло таким образом материал для «биохимического естественного отбора».

Коацерваты, видимо, обладали способностью поглощать различные вещества из окружающей их водной среды. Включение в их состав ионов металлов привело к образованию ферментов.

На границе между коацерватами и внешней средой выстраивались молекулы липидов, что привело к образованию примитивной клеточной мембраны, обеспечивающей коацерватам стабильность. В результате включения в свой состав нуклеиновой кислоты, а также благодаря внутренней перестройке, приведшей к появлению ферментов, из покрытого липидной оболочкой коацервата могла возникнуть примитивная клетка, обладающая свойствами живого.

Поглощение из «первичного бульона» новых веществ способствовало увеличению размеров коацерватов и их фрагментации, что приводило, возможно, к образованию идентичных коацерватов, т.е. к их «размножению». В ходе такой предположительной последовательности событий и должен был возникнуть примитивный самовоспроизводящийся гетеротрофный организм, питавшийся органическими веществами «первичного бульона».

Таким образом, жизнь на Земле могла возникнуть при следующих условиях: наличие определенных химических веществ, отсутствие газообразного кислорода, наличие источников энергии и безгранично долгое время.

Система взглядов А. И. Опарина получила название коацерватной гипотезы.

К аналогичным рассуждениям и выводам независимо от А. И. Опарина пришел в 1929 г. ученый Дж. Б. Холдейн, в связи с чем в настоящее время эта гипотеза возникновения жизни называется коацерватной гипотезой Опарина – Холдейна.

*Гипотеза биопоэза.* Гипотеза Опарина – Холдейна была принята и развита в дальнейшем многими учеными разных стран. В 1947 г. английский ученый Джон Бернал сформулировал гипотезу биопоэза. Дж. Бернал также считал, что формирование жизни на Земле шло в три этапа:

- абиогенное возникновение органических веществ;
- формирование биополимеров;
- развитие мембранных структур и первых организмов.

Важнейшей биохимической гипотезой происхождения жизни на Земле является коацерватная гипотеза Опарина – Холдейна. Согласно этой гипотезе жизнь возникла в бескислородных условиях в первичном водном океане путем самоорганизации молекул органических веществ, возникших абиогенным путем. Возникновение жизни на Земле шло в три этапа.

### ***Практическая часть***

Используя теоретический материал, заполните таблицу.

Название гипотезы или теории	Сущность	Я думаю, что...
1. Гипотеза самозарождения жизни		
2. Гипотеза стационарного состояния		
3. Гипотеза панспермии		
4. Химическая гипотеза		
5. Гипотеза креационизма		

### **Контрольные вопросы**

1. Приведите доказательства, опровергающие теорию самозарождения жизни.
2. В современной науке принята гипотеза абиогенного происхождения жизни, основой которой явилась гипотеза академика А. И. Опарина. Приведите некоторые уточнения к гипотезе А. И. Опарина, исходя из современных достижений науки.

## Лабораторная работа № 17

### АНТРОПОГЕНЕЗ

**Цель работы:** сформировать представления о движущих силах антропогенеза, показать взаимосвязь биологических и социальных факторов антропосоциогенеза, изучить основные этапы в эволюции человека, доказать существование одного вида "Человек разумный".

**Материалы и оборудование:** фотографии и видеоматериалы (продолжительностью 2 – 3 мин), видеоролики.

#### Ход работы

##### *Теоретическая часть*

Около 3 млн лет тому назад человек отделился от животного мира. Ко времени 5 – 10 тыс. лет тому назад относится формирование современного человека. Постепенно в разных частях земного шара складываются классы и государства. Ученые подсчитали, что если всю историю человечества приравнять к одним суткам, то на время с момента образования классов до наших дней придется только 4 мин. Из всей истории человечества первобытнообщинный строй был самым длительным по времени – более миллиона лет. Определить его нижнюю грань нелегко, так как во вновь обнаруживаемых костных останках наших далеких предков большинство специалистов видит то предчеловека, то человека, и время от времени преобладающее мнение меняется. В настоящее время одни ученые считают, что древнейший человек (а тем самым и первобытное общество) возник 1,5 – 1 млн лет назад, другие относят его появление ко времени более 2,5 млн лет назад. Верхняя грань первобытнообщинного строя колеблется в пределах последних 5 тыс. лет, различаясь на разных континентах. В Азии и Африке первые классовые общества и государства сложились на рубеже 4-го и 3-го тысячелетий до н.э., в Америке – в 1-м тысячелетии н.э., в других областях ойкумены – еще позднее.

История зарождения из животных существ человека – и поныне загадка природы. Где, когда и почему появился человек и человеческое сообщество, до сих пор единого мнения ученых нет. А вопрос весьма интересный, тем более, что памятников того времени ни письменных, ни архитектурных не существует. Остается лишь исследовать костные останки древнейших людей, раскапывать захоронения и

обиталища людей и на основе такого скудного материала делать обобщающие выводы, строить далеко идущие предположения, говорить об истоках современного человека и современных цивилизаций. В этом отношении более позднее время, медный или бронзовый и железный век – более “благодатная” почва для исторического исследования. Памятников, в том числе и письменных, и архитектурных, того времени все же сохранилось достаточно, а потому и загадок, порожденных тем этапом истории, все же гораздо меньше.

Происхождение людей от антропоидных обезьян подтверждается сходством их анатомии, физиологии, этологии, иммунологии и генетической структуры, а также находками костных остатков промежуточных ископаемых существ – питекантропов – и в целом не вызывает в естествознании сомнений. Однако при всем том в симиальной гипотезе антропогенеза остается немало серьезных противоречий и загадок, нередко замалчиваемых, или используемых антидарвинистами, или вовсе незамечаемых. К нерешенным проблемам антропогенеза относятся загадочные причины утраты людьми шерстяного покрова, хотя даже в тропиках по ночам холодно, и все обезьяны сохраняют шерсть. Остаются необъясненными шапка волос на голове человека, выступление вперед подбородка и носа с повернутыми вниз ноздрями; функциональные причины различий между зубами человека и других приматов, хотя все они считаются в питании одинаково всеядными, генетически невероятная быстрота (как обычно полагают, за 4 – 5 тысячелетий) превращения питекантропа в современного человека (*Homo Sapiens*) и многое другое. Столь многочисленные тайны в реконструкции исходной формы человека свидетельствуют о том, что в современной теории антропогенеза есть какой-то крупный пробел.

Человек оказал значительное влияние на биосферу, создав собственную оболочку Земли – антросферу. Совокупность индивидов человеческого вида называют **человечеством**. Взаимодействие индивидов превращает население в **общество, или социум**. В последние два десятилетия прорывы в изучении человека разумного делает **этногенетика**.

Термин был введен шведским естествоиспытателем, создателем системы растительного и животного мира Карлом Линнеем (1707 – 1778) в десятом издании "Системы природы". По другим данным, термин в 1825 г. предложил Дж. Грей.

Современный расовый облик человечества образовался в результате сложного исторического развития расовых групп, живших обособленно и смешивавшихся, эволюционировавших, исчезающих. Для нас представляет особую важность изучение всего того, что мы можем узнать о человеческих расах, чтобы понять то, что же в действительности определяет человеческую расу.

*Расы* – это исторически сложившиеся группировки (группы популяции) людей разной численности, характеризующиеся сходством морфологических и физиологических свойств, а также общностью занимаемых ими территорий.

В современном органическом мире человек занимает определенную строчку в научной классификации.

#### *Научная классификация*

Империя: Клеточные

Надцарство: Эукариоты

Царство: животные

Подцарство: Многоклеточные

Тип: Хордовые

Подтип: Позвоночные

Класс: Млекопитающие

Подкласс: Плацентарные

Отряд: Приматы

Подотряд: Человекообразные обезьяны (понгиды)

Секция: Узконосые обезьяны

Надсемейство: Человекообразные

Семейство: Гоминиды

Род: Люди

Вид: Человек разумный

#### ***Практическая часть***

1. Сравните общественных насекомых (пчел, муравьев), стадо обезьян и современное человеческое общество и объясните, в жизни кого из них действуют биологические и социальные факторы эволюции. В жизни кого из них действуют только биологические факторы? Ответ аргументируйте.

2. Используя различные источники информации, сравните предков человека и человекообразных обезьян, составьте таблицу.

Название стадии	Хронологический возраст	Места находок	Особенности строения	Образ жизни
Дриопитек				
Австралопитек				
Человек умелый				
Архантропы				
Палеоантропы				
Неоантропы				

3. Используя дополнительную литературу, заполните таблицу

Название расы	Характерные признаки					Главные регионы проживания
	Цвет кожи	Разрез глаз	Ширина губ	Ширина носа	Цвет и особенности волос	
Европеоидная						
Монголоидная						
Негроидная						
Австралоидная						

4. На основании изученного сделайте вывод.

### Контрольные вопросы

1. Наука антропология. Возникновение и современные исследования.
2. Сделайте предположение о путях эволюции человека в будущем.

## Лабораторная работа № 18

### ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ

**Цель работы:** выяснить, почему биосфера является глобальной системой.

**Материалы и оборудование:** раздаточный материал, таблицы, схемы со стадиями эволюции биосферы, учебники по экологии.

### Ход работы

#### Теоретическая часть

*Биосфера* – важнейшая система, значимость которой невозможно переоценить, так как именно она является той средой, в которой человечество может существовать.

Современная структура биосферы – продукт длительной эволюции многих систем разной сложности, последовательно стремящихся к состоянию динамического равновесия. Практическое значение учения о биосфере огромно. Особенно заинтересованы в развитии этого учения здравоохранение, сельское и промышленное хозяйства и другие отрасли человеческой практики, чаще других сталкивающиеся с "ответными ударами" со стороны биосферы, вызванными неразумным или неосторожным преобразованием природы человеком (рис. 23).

Современная деятельность человека во многом нанесла непредвиденный ущерб окружающей среде, что в конечном итоге угрожает дальнейшему развитию самого человечества. Эти изменения на данном этапе еще не являются непоправимыми. Поэтому одна из задач современной экологии – это изучение регуляторных процессов в биосфере, создание научного фундамента ее рационального использования. Основные законы функционирования биосферы уже вырисовываются, но предстоит еще многое сделать объединенными усилиями экологов всех стран мира.

Существуют различные точки зрения относительно времени возникновения биосферы. Согласно одной из них (концепция В. И. Вернадского) биосфера возникла на самой ранней стадии развития планеты Земля, имеет возраст, близкий к возрасту Земли (приблизительно 4,6 млрд лет). По Вернадскому, переход от неживого вещества к простейшим формам живого занял незначительный (в геологическом масштабе) отрезок времени – не более 200 лет. Характерными чертами биосферы, в рамках концепции В. И. Вернадского, являются следующие:

1. Биосфера возникла сразу как совокупность биогеоценозов. Живое вещество сформировалось как совокупность сложных живых организмов.

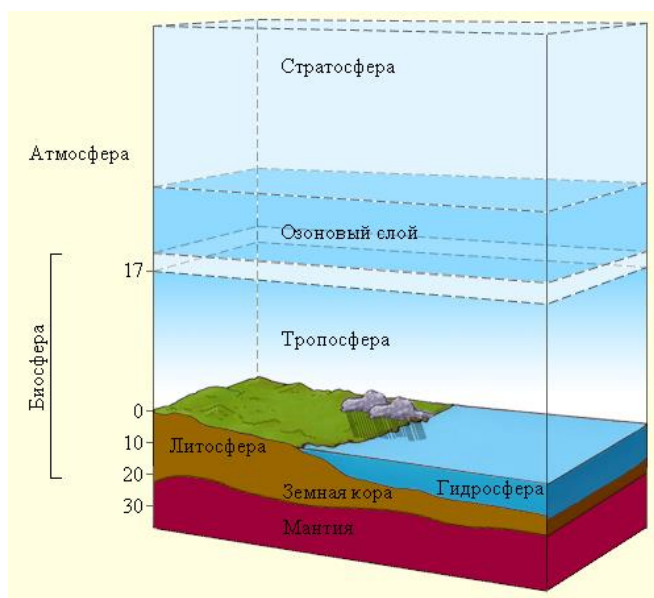


Рис. 23. Состав биосферы

2. Первичные организмы способны обеспечить все основные процессы (биохимические, биологические), происходящие в оболочках Земли.

3. Живые организмы обеспечивают миграцию химических элементов в земной коре.

Согласно другой точке зрения биосфера сформировалась на определенном этапе развития Земли. Сначала был этап предоболочек, затем сформировались основные земные оболочки и лишь потом появилась биосфера.

### ***Практическая часть***

1. Дать общую характеристику биосферы: определение, состав, границы, функции, энергетика.
2. Почему биосферу часто называют глобальной системой?
3. Место человека в биосфере.
4. Современная тенденция изменения биосферы.
5. Что такое ноосфера? Назовите основные признаки ноосферы.
6. Почему невозможен переход биосферы в ноосферу?
7. Могут ли люди усовершенствовать биосферу?
8. Почему считают, что человечество стало сейчас силой геологического масштаба?
9. Назовите источники энергии, сырья и пищевых продуктов биосферы. Расскажите о возобновляемых источниках энергии. Приведите примеры. Каковы проблемы возобновляемых природных ресурсов?
10. Назовите основные принципы перестройки экосистем.

### **Контрольные вопросы**

1. Появление термина «биосфера». Эволюция понятия «биосфера» до начала XX столетия.
2. Биосферная концепция В. И. Вернадского.
3. Развитие учения о биосфере во второй половине XX столетия.
4. Современное понимание понятия «биосфера».



## Заключение

В XX в. динамичное развитие биологического познания позволило открыть молекулярные основы живого и непосредственно приблизиться к решению величайшей проблемы науки – раскрытию сущности жизни. Радикально изменилась и сама биология, и ее место, роль в системе наук, отношение биологической науки и практики. Биология постепенно становится лидером естествознания. Вскрываемые биологией закономерности – важная составная часть современного естествознания. Они служат укреплением связи биологии с точными и гуманитарными науками; развитием комплексных и междисциплинарных исследований; увеличением каналов взаимосвязи с теоретическим познанием и со сферой практической деятельности, прежде всего с глобальными проблемами современности.

Структура лабораторного практикума включает в себя текстовый материал, задания (с выбором ответа, с реакцией на ответ, с использованием фото-, видеоматериалов и анимаций, интерактивные задания и др.), цифровые ресурсы (цветные рисунки, видеофрагменты, фотографии, анимации, модели, слайд-шоу и др.).

Данный лабораторный практикум определенным образом отличается от традиционных (полиграфических) материалов и позволяет использовать видеофрагменты, звуковое сопровождение, анимации с их остановкой, анализом, комментарием и удобным поиском фрагментов; многократно повторять интеллектуальные процедуры, контролировать их выполнение; использовать интерактивные формы обучения, моделирующие элементы общения студента с преподавателем, когда неверный выбор ответа на вопрос сопровождается разной реакцией; автоматизировать контроль и оценивание уровня знаний, систематизацию ошибок по нескольким параметрам и т.д.

Защита лабораторной работы – это демонстрация результатов самостоятельной работы студентов. В ходе защиты студенты излагают полученную информацию, сталкиваются с другими взглядами на планирование познавательной деятельности, учатся доказывать свою точку зрения и отвечать на вопросы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биология с основами экологии : учеб. для студентов вузов / А. С. Лукаткин [и др.]. – М. : Академия, 2008. – 397 с. – ISBN 978-5-7695-3103-3.
2. *Адельшина, Г. А.* Генетика в задачах : учеб. пособие по курсу биологии / Г. А. Адельшина. – М. : Планета, 2011. – 174 с. – ISBN 978-5-91658-191-1.
3. *Канке, В. А.* Философия математики, физики, химии, биологии : учеб. пособие / В. А. Канке. – М. : КНОРУС, 2011. – 368 с. – ISBN 978-5-406-00543-9.
4. *Кларк, Д. П.* Микробы, гены и цивилизация / Д. П. Кларк ; пер. с англ. Т. Мосоловой. – М. : Эксмо, 2011. – 272 с. – ISBN 978-5-699-46634-4.
5. *МакКонки, Э.* Мир биологии и медицины. Геном человека : учеб. пособие / Э. МакКонки. – М. : Техносфера, 2011. – 288 с. – ISBN 978-5-94836-145-1.
6. *Заварзин, А. А.* Биология клетки: Общая цитология : учеб. для студентов биол. специальности высших учеб. заведений / А. А. Заварзин. – СПб. : Изд-во С.-петерб. ун-та, 1992. – 318. – ISBN 5-288-00851-5.
7. *Белоусов, Ю. А.* Биология : шк. справ. / Ю. А. Белоусов. – Ярославль : Академия развития, 1998. – 255 с. (Сдадим экзамен на "отлично"). – ISBN 5-7797-0104-0.
8. *Захаров, В. Б.* Биология: Общие закономерности биологии : учеб. для 10 – 11 кл. общеобразоват. учеб. заведений / В. Б. Захаров, С. Г. Мамонтов, В. И. Сивоглазов ; под ред. В. Б. Захарова, Л. П. Анастасовой. – М. : Школа-Пресс, 1996. – 616 с. – ISBN 5-88527-083-X.
9. *Мамзин, А. С.* Биология в системе культуры : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по биол., филос. и культурол. специальностям / А. С. Мамзин. – СПб. : Лань, 1998. – 155 с. – ISBN 5-8114-0118-3.
10. *Нетрусов, А. И.* Микробиология : учеб. для студентов вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – 3-е изд., испр. – М. : Академия, 2009. – 350 с. – (Естественные науки). – ISBN 978-5-7695-6632-5.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Лабораторная работа № 1. УСТРОЙСТВО МИКРОСКОПА И ПРАВИЛА РАБОТЫ С НИМ.....	5
Лабораторная работа № 2. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЕТОК РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И ГРИБОВ ПОД МИКРОСКОПОМ НА ГОТОВЫХ МИКРОПРЕПАРАТАХ, ИХ ОПИСАНИЕ .....	12
Лабораторная работа № 3. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ И ЖИВОТНОЙ КЛЕТКИ ПОД МИКРОСКОПОМ.....	14
Лабораторная работа № 4. МИКРОСКОПИРОВАНИЕ ЗУБНОГО НАЛЕТА. ДЕЙСТВИЕ ФЕРМЕНТОВ СЛЮНЫ НА КРАХМАЛ.....	17
Лабораторная работа № 5. ВИРУСЫ – НЕКЛЕТОЧНЫЕ ФОРМЫ ЖИЗНИ.....	18
Лабораторная работа № 6. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ. ФОРМЫ ДЕЛЕНИЯ КЛЕТОК .....	22
Лабораторная работа № 7. СТРОЕНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК. ГАМЕТОГЕНЕЗ.....	29
Лабораторная работа № 8. ВЫЯВЛЕНИЕ И ОПИСАНИЕ ПРИЗНАКОВ СХОДСТВА ЗАРОДЫШЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ДРУГИХ ПОЗВОНОЧНЫХ КАК ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ИХ ЭВОЛЮЦИОННОГО РОДСТВА .....	35
Лабораторная работа № 9. МОНОГИБРИДНОЕ И ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ.....	38
Лабораторная работа № 10. ГЕНЕТИКА ПОЛА. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ.....	40
Лабораторная работа № 11. АНАЛИЗ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ .....	43
Лабораторная работа № 12. ВИД. КРИТЕРИИ ВИДА. ВЫЯСНЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ВИДА И ЕГО МОРФОЛОГИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ.....	45
Лабораторная работа № 13. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА .....	49

Лабораторная работа № 14. МАКРОЭВОЛЮЦИЯ И ЕЁ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА.....	55
Лабораторная работа № 15. ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ ОРГАНИЗМОВ И ЕЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР .....	59
Лабораторная работа № 16. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ГИПОТЕЗ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ И ЧЕЛОВЕКА.....	61
Лабораторная работа № 17. АНТРОПОГЕНЕЗ.....	67
Лабораторная работа № 18. ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ .....	70
Заключение.....	73
Библиографический список.....	74

*Учебное издание*

ШЕНТЕРОВА Екатерина Михайловна

РОЖКОВА Анастасия Николаевна

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ»

Редактор Р. С. Кузина

Технический редактор Н. В. Тупицына

Корректор Е. П. Викулова

Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Подписано в печать 27.02.15.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 4,42. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.