

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

В. И. Лавушев, Л. А. Шамсуддин, В. И. Бородулина

# ЗООЛОГИЯ

## ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия для студентов  
учреждений образования, обеспечивающих получение  
общего высшего образования по специальностям  
6-05-0811-02 Производство продукции животного происхождения,  
6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура*

Горки  
БГСХА  
2024

УДК 59(076.5)

ББК 28.6я73

Л13

*Рекомендовано методической комиссией факультета  
биотехнологии и аквакультуры 26.06.2023 (протокол № 10)  
и Научно-методическим советом БГСХА 28.06.2023 (протокол № 10)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. И. Лавушев*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. А. Шамсуддин*;  
кандидат сельскохозяйственных наук *В. И. Бородулина*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *А. С. Курак*;  
кандидат ветеринарных наук, доцент *Т. В. Медведская*

**Лавушев, В. И.**

Л13 Зоология. Практикум : учебно-методическое пособие / В. И. Лавушев, Л. А. Шамсуддин, В. И. Бородулина. – Горки : БГСХА, 2023. – 176 с.

ISBN 978-985-882-523-2.

В практикуме описана современная классификация, по каждому классу, морфологический и систематический обзор. Показана связь особенностей строения животных с образом их жизни. В конце каждой лабораторной работы приведены задания для закрепления полученных знаний. Раскрыто хозяйственное значение каждого класса в жизни других животных и человека.

Для студентов, учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальностям 6-05-0811-02 Производство продукции животного происхождения, 6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 59(076.5)

ББК 28.6я73

ISBN 978-985-882-523-2

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Зоология – это наука о строении, развитии, жизнедеятельности, отношении к среде обитания, географическом распространении, происхождении и других свойствах каждой из групп животных, существующих в настоящее время или живших прежде на земле.

Традиционно изучение зоологии делят на два курса – зоологию беспозвоночных и зоологию позвоночных, крайне неравнозначных как по разнообразию рассматриваемых в них организмов, так и по эволюционному значению. Зоология беспозвоночных включает основную часть филогенетического древа животных. Это делает дисциплину важной ступенью биологического образования, призванной заложить фундамент в формирование эволюционного мировоззрения.

Изучение зоологии в высших учебных заведениях включает теоретический лекционный курс, практические лабораторные занятия и летнюю учебную практику. Все эти разделы взаимно дополняют и обогащают друг друга, способствуя созданию цельного представления о царстве животных.

Издание предназначено для использования во время лабораторных работ. Основная задача практикума – ознакомить с особенностями строения представителей разных классов и с видовым разнообразием каждого класса в нашей фауне, что обеспечит более углубленное и осмысленное усвоение теоретического раздела курса. Кроме того, практические занятия должны помочь студенту в выработке первых навыков работы с материалом и с книгой как справочником.

Знание строения и биологии различных групп животных вырабатывает у будущих специалистов широкий кругозор, способствует лучшему представлению об эволюции животного мира и прививает методические навыки, необходимые им в будущей работе. В каждой лабораторной работе дана краткая характеристика типа и задания, приведен перечень необходимых материалов, приборов и инструментов, описан ход работы.

Объем каждой темы рассчитан на двухчасовые занятия. По завершении отдельных тем предлагается представить в виде таблиц данные по сравнительной морфологии и анатомии рассмотренных животных.

В ходе проведения лабораторных занятий в качестве объектов изучения используются микропрепараты, демонстрационные материалы и фиксированные в формалине объекты. Животные изучаются с использованием современного оптического оборудования.

## Лабораторное занятие 1. ТИП ПРОСТЕЙШИЕ. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ САРКОВЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить строение сарковых и выявить их видовое разнообразие.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты дизентерийной амебы, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Простейшие (Protozoa).

**Тип** Саркомастигофоры (Sarcomastigophora).

**Подтип** Сарковые (Sarcodina).

**Класс** Корненожки (Rhizopoda).

**Отряд** Голые амебы (Amoebida).

**Виды:** дизентерийная амеба (*Entamoeba histolytica*);  
кишечная амеба (*Entamoeba coli*).

**Отряд** Раковинные амебы (Testacea).

**Виды:** арцелла (*Arcella vulgaris*);  
диффлюгия (*Diffugia sp.*).

**Отряд** Фораминиферы (Foraminifera).

**Вид** полистомелла (*Polystomella sp.*).

### Ход занятия

**Задание 1.** На микропрепаратах дизентерийной амебы (*Entamoeba histolytica*) изучите форму тела, псевдоподии (ложноножки), экто- и эндоплазму. Изучите процесс захвата пищи у амеб.

*Записуйте* общий вид амебы протей. *Обозначьте:* ядро, псевдоподии, эктоплазму, сократительную вакуоль, эндоплазму, пищеварительную вакуоль.

Наиболее примитивно устроены представители голых амеб (класс Корненожки – Rhizopoda, отряд голые Амебы – Amoebida), населяющие пресные водоемы и почвы, где они питаются мелкими простейшими, одноклеточными водорослями, микроорганизмами и гниющими остатками. Тончайшая мембрана, покрывающая тело этих микроскопических животных, позволяет им образовывать временные выросты – псевдоподии, по своей форме напоминающие корни растений, что и

определило название класса. С помощью псевдоподий амёбы медленно перетекают с одного места на другое. При этом они обволакивают мелкие пищевые частицы (одноклеточные водоросли, бактерии и др.) со всех сторон и те оказываются внутри цитоплазмы амёбы, где образуются пищеварительные вакуоли. С помощью пищеварительных ферментов пищевые частицы перевариваются (внутриклеточное пищеварение). Жидкие продукты переваривания поступают в эндоплазму, а непереваренные остатки транспортируются к поверхности тела и выбрасываются наружу через мембрану клетки.

Типичным представителем отряда является пресноводная амёба (*Amoeba proteus*) (рис. 1).

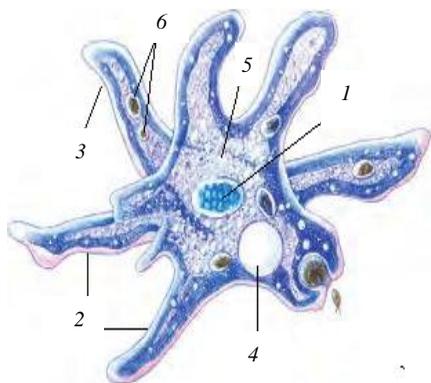


Рис. 1. Амёба протей:  
 1 – ядро; 2 – псевдоподии; 3 – эктоплазма;  
 4 – сократительная вакуоль;  
 5 – эндоплазма; 6 – пищеварительная вакуоль

Способ захвата пищевых частиц с помощью псевдоподий называют фагоцитозом (рис. 2). Существует и другой способ поступления жидких веществ в тело амёбы – пиноцитоз. При этом внутрь цитоплазмы впячивается тонкий канал, в который засасывается капелька жидкости с растворёнными в ней органическими веществами.

Для поддержания осмотического давления у амёб, обитающих в пресных водах и почве, есть особый аппарат для удаления излишков воды из организма – сократительная вакуоль; обычно сократительная вакуоль бывает одна, реже две. У морских и паразитических амёб сократительные вакуоли отсутствуют или пульсируют очень редко. По-

мимо регулирования осмотического давления сократительные вакуоли участвуют в процессах выделения продуктов обмена и дыхания, обеспечивая организм кислородом из окружающей воды.

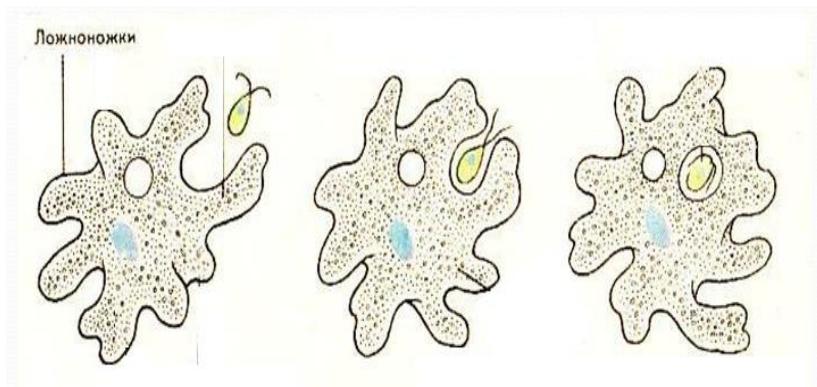


Рис. 2. Питание амебы: захват пищи при помощи ложноножек и образование пищеварительной вакуоли

Амебам присуще бесполое размножение путем деления на две клетки или на несколько дочерних особей.

При неблагоприятных условиях амёбы инцистируются, выделяя вокруг тела плотную оболочку.

Среди амёб, обитающих в толстом кишечнике человека, есть виды, которые могут вызывать тяжелые заболевания, например, дизентерийная амёба *E. histolytica*. Обычно пищей ей служат бактерии, но в ряде случаев эта амёба может проникать под слизистую оболочку кишечника, где питается и размножается, вызывая кровавый понос (кишечный амёбиаз).

**Задание 2.** Рассмотрите представителей раковинных амёб. Обратите внимание на отличительные признаки раковинных амёб.

*Зарисуйте* общий вид арцеллы и диффлюгии.

У представителей отряда Раковинные амёбы (Testacea) тело заключено в раковину, образованную органическими рогоподобными веществами, выделяемыми цитоплазмой. Нередко в такую раковину включены песчинки и другие посторонние частицы. Раковины имеют отверстие – устье, из которого амёбы выдвигают псевдоподии. Раковин-

ные и голые амёбы в большом количестве населяют пресные водоёмы, сфагновые мхи и почву, участвуя в процессах почвообразования. Благодаря своим микроскопическим размерам они способны существовать в тончайшем водном слое, окружающем частички почвы. При пересыхании почвы амёбы инцистируются и в виде цист могут переноситься ветром с пылью на значительные расстояния. В благоприятных условиях почвенные амёбы быстро размножаются делением надвое: одна дочерняя клетка остается в материнской раковине, а другая строит себе новую раковину. В увлажненных и заболоченных почвах наиболее многочисленны диффлюгия и арцелла (рис. 3).

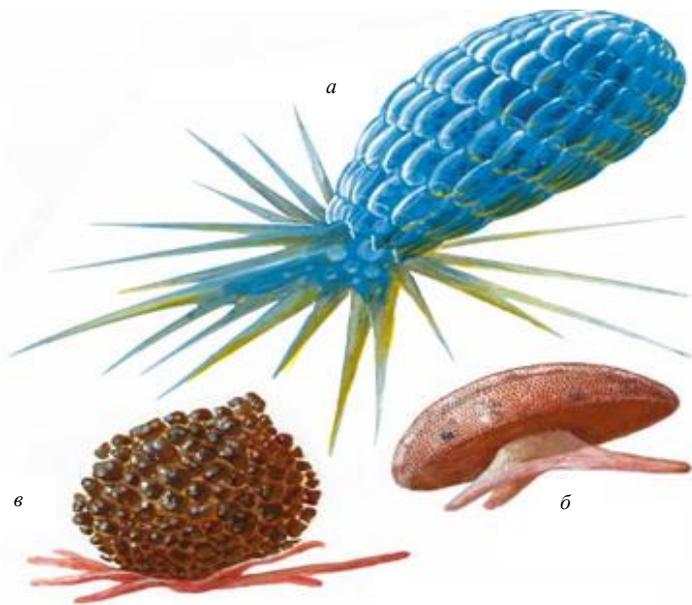


Рис. 3. Раковинные амёбы: *а* – эуглифа; *б* – арцелла; *в* – диффлюгия

В верхних слоях морей живут саркодовые со сложным внутренним скелетом (класс Радиоларии, или Лучевики, – Radiolaria). Большинство из них имеет округлой формы тело, от которого в виде лучей отходят многочисленные тонкие псевдоподии. Часто у радиоларий в цитоплазме находятся симбионты – водоросли, снабжающие хозяина кислородом и служащие ему пищей. Радиоларии размножаются простым

делением или путем образования мелких дочерних клеток – зооспор. Известно также и половом размножении.

**Задание 3.** На основе изученного материала заполните табл. 1.

Таблица 1. Элементы сравнения видов класса Саркодовые

Элементы сравнения	Амеба протей	Арцелла	Диффлюгия
Форма тела			
Размеры			
Наличие органоидов движения			
Способ питания			
Размножение			
Образ жизни			
Место обитания			
Вид поглощаемой пищи			

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика простейших.
2. Систематика саркодовых.
3. Передвижение и питание амебы.
4. Функции сократительной вакуоли.
5. Размножение амебы.
6. Инцистирование и эксцистирование простейших.
7. Значение саркодовых в природе и жизни человека.

### Лабораторное занятие 2. ТИП ПРОСТЕЙШИЕ. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЖГУТИКОНОСЦЕВ

**Цель лабораторного занятия:** изучить видовое разнообразие, особенности строения растительных и животных жгутиконосцев.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты эвглены зеленой (*Euglena viridis*), вольвокса (*Volvox aureus*), трипаносомы (*Trypanosoma gambiense*), лейшмании (*Leishmania*), демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Простейшие (Protozoa).

**Тип** Саркомастигофоры (Sarcomastigophora).

**Подтип** Жгутиконосцы (Mastigophora, s. Flagellata).

**Класс** Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea).

**Отряд** Эвглены (Euglenida).

**Вид** эвглена зеленая (*Euglena viridis*).

**Отряд** Вольвоксы (Volvocida).

**Вид** вольвокс золотистый (*Volvox aureus*).

**Класс** Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea).

**Отряд** Кинетопластиды (Kinetoplastida).

**Вид** трипаносомы (*Trypanosoma gambiense*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты эвглены зеленой при большом увеличении микроскопа. Отметьте форму тела, передний и задний концы, расположение жгутика.

*Зарисуйте* общий вид эвглены зеленой. *Обозначьте* расположение органоидов ее тела: жгутик, ядро, стигма, сократительная вакуоль, хроматофоры.

Типичным представителем фитомастигофор является эвглена зеленая (*Euglena viridis*) (рис. 4). Она имеет веретенообразную форму тела. Снаружи эвглена покрыта *пелликулой* – тонкой эластичной и плотной оболочкой, определяющей форму ее тела.

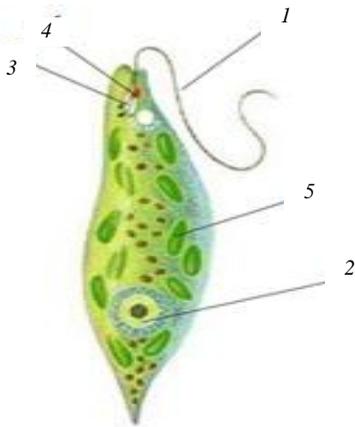


Рис. 4. Эвглена зеленая: 1 – жгутик; 2 – ядро; 3 – стигма; 4 – резервуар сократительной вакуоли; 5 – хроматофоры

На переднем конце эвглены заметен длинный *жгутик*, находящийся в непрерывном движении, благодаря чему обеспечивается направленное движение. У основания жгутика находится узкая *глотка*, ведущая в округлой формы *резервуар сократительной вакуоли*. Сбоку от резервуара располагается *стигма*, или *светочувствительный глазок* красноватого цвета из-за присутствия в нем каротиноидов.

*Цитоплазма* эвглены, как и у амебы, делится на *эктоплазму* и *эндоплазму*. В последней находятся *хроматофоры*, заполненные хлорофиллом, и поэтому они имеют зеленый цвет.

Ближе к задней части тела в цитоплазме находится *ядро* крупных размеров. В результате фотосинтеза образуется углевод *парамил*, близкий по химическому составу к крахмалу. Избыток парамила скапливается в цитоплазме, формируя так называемые *парамилловые зерна*.

По способу питания эвглена относится к *миксотрофным организмам* (в определенных условиях она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное и наоборот). На свету эвглена питается автотрофно, как растение. Если эвглену поместить в темноту, то фотосинтез становится невозможен и она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, как типичное животное.

Размножаются эвглены продольным делением (рис. 5). Все органоиды делятся перешнуровкой цитоплазмы, образуя две самостоятельные дочерние особи.

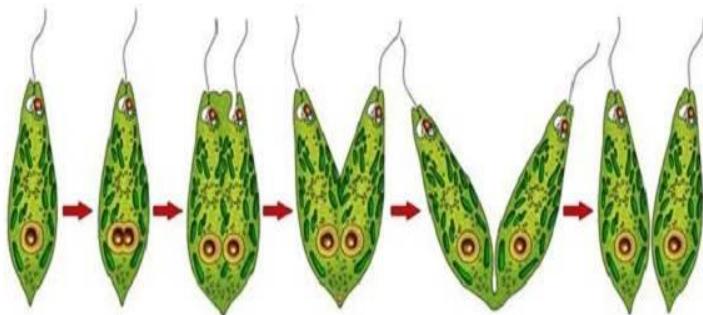


Рис. 5. Эвглена зеленая:  
продольное деление клетки (бесполое размножение)

Обитают эвглены в небольших мелководных пресных водоемах, богатых органическими веществами (лужах, канавах, прудах), и часто вызывают образование зеленой пленки – «цветение» воды.

У многих форм половой процесс чередуется с бесполом размножением.

**Задание 2.** Рассмотрите при большом увеличении микроскопа микропрепараты вольвокса. Обратите внимание на форму тела, способ передвижения.

*Зарисуйте* строение вольвокса. *Обозначьте:* дочерние колонии, материнскую колонию, жгутики.

Среди фитомасстигофор встречаются и колониальные формы. Наиболее широко распространенными следует считать два вида вольвоксов: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*) и вольвокс глобатор (*Volvox globator*).

Вольвоксы представляют собой крупные (до 2 мм) шаровидные колонии, состоящие из нескольких тысяч клеток. Каждая особь имеет ядро, хроматофор, стигму, сократительную вакуоль и два жгутика равной длины, направленные наружу. Основная масса колонии состоит из студенистого вещества, а центральная часть заполнена полужидким содержимым (рис. 6).

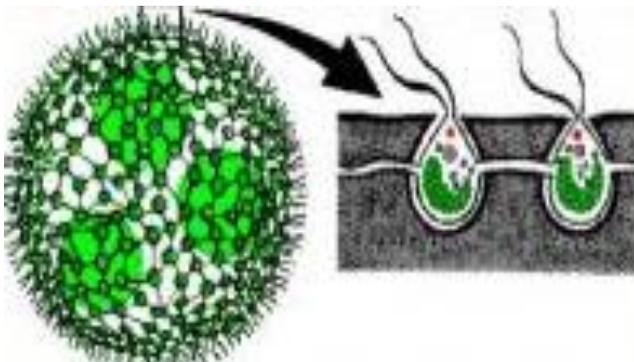


Рис. 6. Вольвокс

Движение вольвокса происходит благодаря синхронизированному биению жгутиков. Отличительными чертами строения вольвокса являются: соединение клеток колонии между собой протоплазматическими нитями; дифференциация клеток по выполняемым функциям.

Размножение вольвокса происходит иначе, чем эвглены. Рассмотрим бесполое размножение вольвокса. В колонии имеется всего око-

ло 10 клеток, обладающих способностью к делению. Эти клетки носят название «*вегетативные*». Они располагаются в нижней части колонии, где стигмы наименее развиты. При делении этих клеток внутри материнской колонии вольвокса развиваются дочерние колонии. Когда их размеры увеличиваются настолько, что материнская колония не может их вмещать, она разрывается и погибает, а дочерние колонии выходят наружу.

При половом размножении вегетативные клетки дают начало крупным неподвижным женским макрогаметам и мелким многочисленным мужским микрогаметам. Микрогаметы освобождаются от оболочки, выходят в воду и сливаются с макрогаметами. Этот процесс называется *копуляцией*. В результате образуются зиготы, дающие начало новым колониям.

**Задание 3.** Ознакомьтесь с паразитическими формами животных жгутиконосцев. Какие заболевания вызывают эти простейшие. Рассмотрите под микроскопом постоянный микропрепарат трипаносомы.

*Зарисуйте* деление клетки жгутиконосца.

Всем животным жгутиконосцам свойствен гетеротрофный тип питания. Большая их часть является паразитами растений и животных. Особенно опасны эндопаразиты животных и человека, относящиеся к отряду Кинетопластиды (Kinetoplastida). В плазме крови животных и человека паразитируют различные виды трипаносом (*Trypanosoma*), имеющих лентовидное тело с одним (реже с двумя) жгутиком (рис. 7).

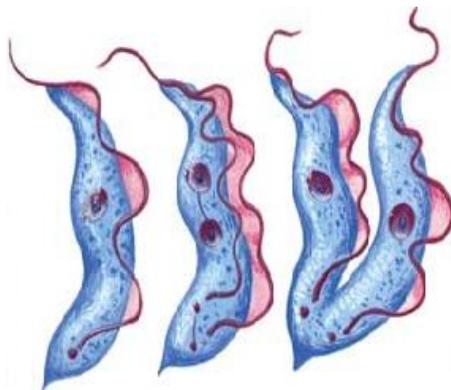


Рис. 7. Трипаносома – деление клетки жгутиконосца

Трипаносомы паразитируют в основном в крови и спинномозговой жидкости животных и человека, вызывая тяжелейшие заболевания, называемые трипаносомозами. В тропической Африке трипаносомы (*Trypanosoma rhodesiense* и *T. brucei gambiense*) вызывают «сонную болезнь» человека. Природным резервуаром трипаносом являются антилопы и другие животные, почти не страдающие от этих жгутиконосцев, но являющиеся их носителями.

Есть немало видов трипаносом, вызывающих тяжелые заболевания у крупного рогатого скота и верблюдов. В Африке *T. brucei* поражает рогатый скот, вызывая болезнь Нагана. Переносчиком возбудителя являются мухи цеце.

Среди представителей кинетопластид есть родичи трипаносом – лейшмании (*Leishmania*), вызывающие лейшманиоз у человека.

Один вид лейшманий (*L. donovani*) вызывает у человека заболевание, называемое висцеральным лейшманиозом. Распространенное в Средней Азии, Индии, Южной Америке и Индокитае это заболевание поражает в основном детей, у которых увеличиваются в размерах печень и селезенка. Болезнь сопровождается лихорадкой, истощением и малокровием. Природным резервуаром паразита являются в основном бродячие собаки.

В кишечнике и желчных протоках человека паразитирует лямблия (*Lambliia intestinalis*), вызывая болезнь лямблиоз. Тело этого паразита грушевидной формы, имеет несколько жгутиков и вооружено присоской, с помощью которой лямблия прикрепляется к слизистой кишечника.

#### Задание 4. На основе изученного материала заполните табл. 2.

Таблица 2. Элементы сравнения видов класса жгутиконосцев

Элементы сравнения	Эвглена зеленая	Вольвокс	Трипаносома
Форма тела			
Размеры			
Наличие органоидов движения			
Тип питания			
Размножение			
Образ жизни			
Место обитания			

## Контрольные вопросы

1. Систематика жгутиконосцев.
2. Строение зеленой эвглены.
3. Питание, размножение и инцистирование зеленой эвглены.
4. Особенности морфологии вольвокса.
5. Размножение вольвокса.
6. Экологическое значение фитомасстигофор.
7. Паразитические формы жгутиконосцев.
8. Виды трипаносом и вызываемые ими заболевания.

## Лабораторное занятие 3. ТИП ПРОСТЕЙШИЕ. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ИНFUЗОРИЙ

**Цель лабораторного занятия:** изучить строение инфузорий и выявить их видовое разнообразие.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты инфузории туфельки (*Paramecium caudatum*), демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство Животные (Animalia).**

**Подцарство Простейшие (Protozoa).**

**Тип Инфузории (Ciliophora).**

**Класс Ресничные (Ciliata).**

**Подкласс Равноресничные (Holotricha).**

**Отряд Гименостоматиды (Hymenostomatida).**

**Вид инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*).**

**Подкласс Кругоресничные (Peritrichict).**

**Отряд Перитрихиды (Peritrichida).**

**Вид сувойка (*Vorticella sp.*).**

**Подкласс Спиральноресничные (Spirotrichia).**

**Отряд Разноресничные (Heterotrichida).**

**Вид трубач (*Stentor sp.*).**

## Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите при большом увеличении микроскопа микропрепараты инфузории-туфельки. Обратите внимание на форму тела, способ передвижения, клеточный рот. Изучите процесс размножения данного вида.

*Зарисуйте* строение инфузории-туфельки. *Обозначьте*: реснички, пищеварительные вакуоли, микро- и макронуклеус, рот, глотку, резервуар сократительной вакуоли, порошицу.

Инфузории отличаются наиболее сложной организацией среди одноклеточных животных. Их тело покрыто пелликулой, которая позволяет им иметь относительно постоянную форму. Под пелликулой расположена эктоплазма, в которой находятся многие органеллы, в том числе базальные тельца ресничек, сократительные волокна – мионемы и защитные органеллы – трихоцисты. При раздражении инфузории выбрасывают из трихоцист множество упругих нитей, которые поражают врага, парализуя его.

Органеллами движения инфузорий служат многочисленные реснички. При этом подавляющее большинство этих животных обладает ресничками в течение всей жизни. Реснички инфузорий по своему строению сходны со жгутиками. Ресничный аппарат весьма разнообразен. Особенно сложный ресничный аппарат расположен около рта.

Вторым отличительным признаком представителей этого типа является присутствие в их теле двух ядер (ядерный дуализм): крупного вегетативного ядра (макронуклеуса) и значительно более мелкого генеративного ядра (микронуклеуса).

Многие инфузории обладают сложной системой пищеварения. Расположенный в углублении тела (перистоме) рот, или цитостом, окружен длинными ресничками, с помощью которых пищевые частички загоняются в него. Часто рот ведет в глотку, погруженную в эндоплазму. В эндоплазме пищевые частицы окружаются пузырьками, содержащими пищеварительные ферменты, в результате образуются пищеварительные вакуоли. Непереваренные остатки пищи выбрасываются из тела инфузории в определенном месте через порошицу (рис. 8).

У пресноводных инфузорий имеются сократительные вакуоли, выполняющие функции осморегуляции и выделения. Иногда сократительные вакуоли усложнены несколькими приводящими каналами. В этих каналах накапливается избыток жидкости, которая затем выбрасывается в основной резервуар, из него жидкость выталкивается за пределы тела одноклеточного.

Инфузории размножаются бесполом путем, делясь надвое, но в поперечном направлении. При этом ядро делится с помощью митоза. Половой процесс в виде конъюгации не приводит к увеличению числа особей. При конъюгации две размножающиеся особи соединяются парно. Перед соединением в каждой особи разрушаются макронуклеусы, а микронуклеусы делятся мейотически, образуя четыре гаплоид-

ных ядра. Из них три также разрушаются, а четвертое митотически делится на два ядра. Одно из этих ядер остается в клетке, а второе мигрирует в другую особь. После такого обмена ядрами оставшееся в клетке стационарное ядро сливается с ядром-мигрантом. В результате образуется диплоидное ядро (рис. 9). Затем конъюгирующие особи расходятся.

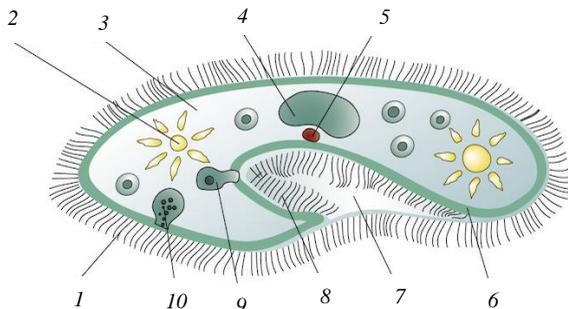


Рис. 8. Инфузория-туфелька:

- 1 – реснички; 2 – сократительная вакуоль; 3 – цитоплазма; 4 – большое ядро;  
5 – малое ядро; 6 – оболочка клетки; 7 – клеточный рот; 8 – клеточная глотка;  
9 – пищеварительная вакуоль; 10 – порошица

У каждой особи после расхождения из диплоидного ядра формируются макронуклеус и микронуклеус. Таким образом, в результате конъюгации в каждой особи изменяется генотип.

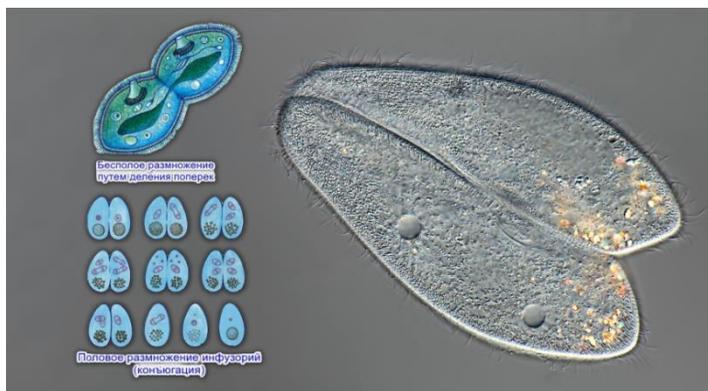


Рис. 9. Бесполое и половое (конъюгация) размножение инфузорий

**Задание 2.** Рассмотрите рисунки инфузорий вида сувойки и вида трубач. Обратите внимание на расположение ресничек. Определите, какой образ жизни ведут представители данного вида.

*Зарисуйте* внешний вид сувойки и трубача.

В природных водоемах и в прудовых хозяйствах, занимающихся разведением рыбы, большой вред наносят паразитические инфузории. Например, равноресничная инфузория *Ichthyophthirius* внедряется в кожу рыб и начинает питаться клетками хозяина. В результате на их теле образуются многочисленные язвочки. Заболевание может привести к гибели рыб, особенно молоди карпа. На жабрах и коже часто паразитируют инфузории из рода *Trichodina*, причиняя молоди рыб существенный вред.

У большинства кругоресничных инфузорий (подкласс Кругоресничные инфузории – *Peritrichia*) реснички располагаются левоспирально только вокруг предротовой воронки. Многие формы ведут прикрепленный образ жизни. Так, сувойки (*Vorticella*, отряд *Peritrichida*) имеют сократимый стебелек, с помощью которого они прикрепляются к субстрату. Среди них есть и колониальные формы (рис. 10).



*a*

*б*

Рис. 10. Инфузории: *a* – трубач; *б* – сувойка

У спиральноресничных инфузорий (подкласс Спиральноресничные инфузории – *Spigotricha*) полоса ресничек, ведущих ко рту, закручена вправо. Среди этих одноклеточных особое место принадлежит инфузориям, живущим в рубце жвачных животных (отряд *Entodiniomorpha*).

Их тело одето в прочный панцирь с многочисленными отростками, поэтому их называют панцирными инфузориями. Питаются они бактериями рубца и способствуют расщеплению клетчатки корма, взаимодействуя сложным образом с целлюлозорасщепляющими бактериями. Эти полезные симбионты не только участвуют в переваривании пищи, но и сами служат источником питания для жвачных животных.

**Задание 3.** Объясните значение следующих терминов: перистом, реснички, эктоплазма, эндоплазма, пелликула, трихоцисты, порошица, макронуклеус, микронуклеус, конъюгация.

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика инфузорий.
2. Систематика инфузорий.
3. Строение инфузории-туфельки.
4. Питание и размножение инфузории-туфельки.
5. Конъюгация и ее значение в жизни инфузорий.
6. Особенности строения сувойки.
7. Виды паразитических форм и вызываемые ими заболевания.
8. Экологическое и практическое значение инфузорий.

### Лабораторное занятие 4. ТИП ПРОСТЕЙШИЕ. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СПОРОВИКОВ

**Цель лабораторного занятия:** изучить жизненные циклы споровиков, особенности их строения и жизнедеятельности, связанные с эндопаразитизмом.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты кокцидий, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Простейшие (Protozoa).

**Тип** Апикомплекс (Apicomplexa).

**Класс** Споровики (Sporozoa).

**Отряд** Кокцидии (Coccidia).

**Подотряд** Эймерии (Eimeriina).

**Род** Эймерия (*Eimeria*).

**Вид** эймерия кроличья (*Eimeria stiedae*).

**Отряд** Гемоспоридии (Haemosporina).

**Вид** плазмодиум малярийный (*Plasmodium malariae*).

## Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа постоянные микропрепараты кокцидий.

*Зарисуйте* цикл развития кокцидий. *Обозначьте* последовательные стадии развития.

Эти простейшие ведут исключительно паразитический образ жизни. У большинства кокцидий один хозяин, в организме которого паразиты размножаются шизогонией. Спорогония же протекает частично или полностью во внешней среде. В развитии этих простейших идет неизбежное чередование бесполого и полового типа размножения с образованием спор. У некоторых кокцидий два хозяина; в первом паразиты размножаются бесполом путем, во втором происходит половой процесс и спорогония.

Апикомплексы отличаются от свободноживущих простейших отсутствием органелл движения, жгутики у них появляются только на стадии гамет. Макрогамета (женская половая гамета, или яйцо) образуется непосредственно в процессе роста гамонта (гаметоцита) без деления. Микрогаметы образуются в результате многочисленных делений гамонта с образованием мелких мужских половых гамет (спермиев).

Многие виды паразитических кокцидий из рода *Eimeria* приносят значительный ущерб животноводству. Паразитируя только у позвоночных животных, кокцидии чаще всего поражают кроликов, птиц разных видов, рогатый скот. При этом наиболее подвержен заболеванию молодняк животных. Кокцидии паразитируют в клетках кишечника и вызывают кровавый понос, приводящий к гибели большей части молодняка. Болезнь называется кокцидиозом.

Особый ущерб наносит *Eimeria stiedae*, поражающая кроликов, в организм которых ооцисты паразита попадают с загрязненными кормом и водой (рис. 11).

В кишечнике кролика из ооцист выходят спорозоиты, которые внедряются в клетки стенок кишечника. В этих клетках кокцидии растут и размножаются бесполом путем посредством множественного деления – шизогонии. Дочерние особи носят название мерозоитов.

Мерозоиты из пораженных клеток выходят в просвет кишечника, внедряются в здоровые клетки, растут и снова размножаются шизогонией. У *E. stiedae* развивается пять поколений мерозоитов. Последняя, пятая, генерация мерозоитов в клетках кишечника преобразуется в га-

монтов. Макрогамонты не делятся и дают начало макрогаметам (яйцам), микрогамонты путем деления образуют множество подвижных микрогамет с двумя жгутиками (спермии). Микрогаметы подвижны и выходят в просвет кишечника. Одна из микрогамет проникает к макрогамете и копулирует с ней. После копуляции гамет образуется зигота. Зигота одевается прочной оболочкой и превращается в ооцисту, которая выводится из кишечника кролика с испражнениями наружу.

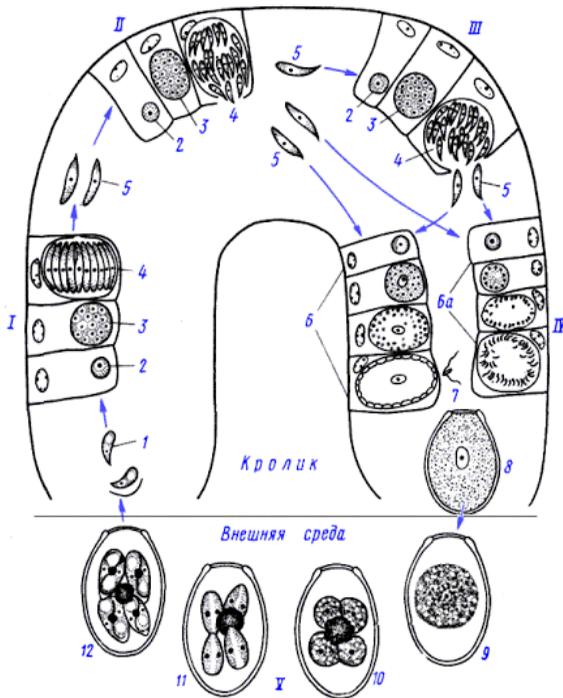


Рис. 11. Схема жизненного цикла эймерий:

*I* – первое поколение шизогонии; *II* – второе поколение шизогонии; *III* – третье поколение шизогонии; *IV* – гаметогония; *V* – спорогония; 1 – спорозиты; 2 – молодой шизонт; 3 – растущий шизонт с множеством ядер; 4 – шизонт, распавшийся на мерозиты; 5 – развитие макрогаметы; 6, 6а – развитие микрогамет; 7 – микрогаметы; 8 – ооциста; 9 – ооциста, приступающая к спорогонии; 10 – ооциста с четырьмя споробластами и остаточным телом; 11 – развитие споробластов; 12 – зрелые ооцисты с четырьмя спорами (в каждой споре по два спорозонта)

Во внешней среде в присутствии кислорода в ооцисте происходит процесс спорогонии: сначала образуются четыре споробласта, которые покрываются собственными оболочками и превращаются в споры. В каждой споре формируется по два спорозоида. По окончании спорогонии споры становятся инвазионными. В каждой инвазионной ооцисте содержится по восемь спорозоитов. Если такая ооциста попадает в кишечник кролика, то спорозоиты выходят из споробластов и ооцисты, начиная новый цикл развития. Весь цикл развития этого паразита завершается за 7–8 сут, и если не происходит повторного заражения, то организм кролика освобождается от кокцидий. Именно поэтому так важно принимать меры по исключению возможности повторной инвазии.

**Задание 2.** Рассмотрите микропрепараты личинок обыкновенного и малярийного комаров. Обратите внимание на смену хозяина в цикле развития кровяных споровиков. Опишите главное отличие в развитии малярийного плазмодия от кокцидий.

*Зарисуйте* цикл развития малярийного плазмодия. *Обозначьте* на рисунке тканевую и эритроцитарную шизогонии, спорогонию.

*Подотряд Кровяные споровики* (Haemosporina) представлен большой группой широко распространенных внутриклеточных паразитов крови, часть жизненного цикла которых протекает в эритроцитах млекопитающих и птиц. В отличие от кокцидий у кровяных споровиков спорогония никогда не протекает во внешней среде, а происходит в организме кровососущих насекомых, чаще комаров, которые одновременно являются и переносчиками паразитов. К этим паразитам относится возбудитель малярии, являющийся бичом населения многих тропических и субтропических стран.

В человеке паразитируют четыре вида плазмодия (род *Plasmodium*). Жизненный цикл малярийного плазмодия (*Plasmodium malariae*) типичен для остальных видов. Человек заражается при укусе комаром рода *Anopheles*, который в кровь человека вместе со слюной вносит спорозоитов малярийного плазмодия (рис. 12). С током крови спорозоиты достигают печени, где внедряются в паренхимные клетки, превращаются в шизонтов и дают первое поколение путем шизогонии. Вышедшие из разрушенных клеток печени мерозоиты проникают в кровь и внедряются в эритроциты, где снова делятся в процессе шизогонии. Вышедшие из разрушенных эритроцитов мерозоиты (образуется 10–20 мерозоитов из одного шизонта) снова внедряются в здоровые эритроциты.

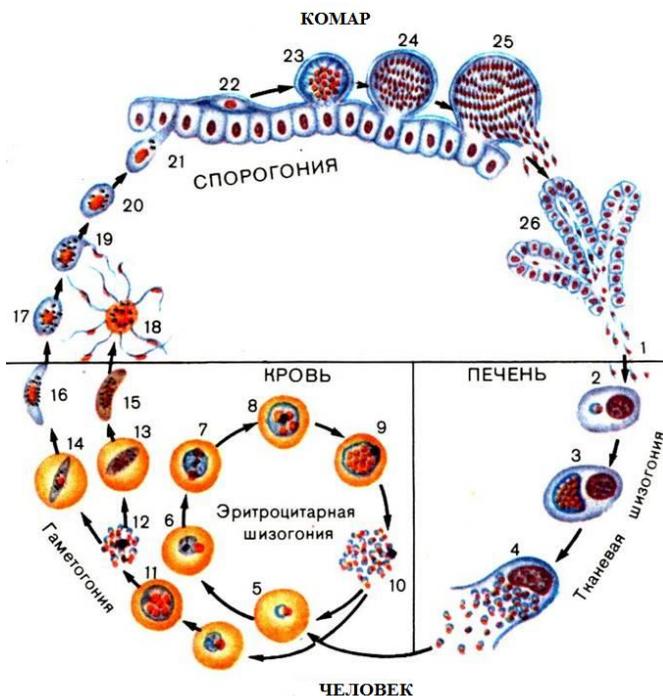


Рис. 12. Цикл развития малярийного плазмодия:

- 1, 2 – спорозиты, проникающие в клетки кровеносных сосудов печени человека; 3, 4 – мерогония (шизогония) (образование мерозоитов); 5 – проникновение мерозоита в эритроцит; 6–9 – рост мерозоита и мерогония (шизогония); 10 – выход мерозоитов из эритроцита (далее эритроцитарный цикл повторяется); 11, 12 – развитие макрогаметоцита, микрогаметоцита; 13 – макрогамета; 14 – микрогаметоцит; 15 – образование микрогамет; 16 – копуляция гамет; 17 – зигота; 18 – оокинета; 19 – проникновение оокинеты через стенку желудка комара; 20 – превращение оокинеты в ооцисту; 21–23 – рост ооцисты с образованием спорозоитов; 24, 25 – выход спорозоитов из ооцисты в гемолимфу комара; 26 – спорозоит

Продолжительность одного этапа шизогонии специфична для каждого вида плазмодия. У *Pl. malariae* промежутки между двумя последовательными бесполоми размножениями составляют 72 ч, поэтому заболевание получило название 4-дневной лихорадки. У наиболее широко распространенного вида *Pl. vivax* этот промежуток равен 48 ч – это 3-дневная лихорадка.

У *Pl. falciparum* срок между двумя размножениями шизогонией составляет тоже около 48 ч, но промежутки между двумя приступами лихорадки сокращаются до 24 ч из-за периода высокой температуры тела у больного человека (тропическая лихорадка). Еще один вид плазмодия встречается лишь в тропической Африке – *Pl. ovale*.

Выход мерозоитов из эритроцитов сопровождается приступами лихорадки с повышением температуры тела, так как вместе с мерозонтами из разрушенных эритроцитов в кровь поступают продукты обмена паразитов, вызывающие интоксикацию организма человека.

После нескольких циклов бесполого размножения шизогонией начинается подготовка к половому процессу. Внедрившиеся в эритроциты мерозоиты дают начало гамонтам, а не шизонтам, как при шизогонии. При этом образуются две группы гамонтов: макрогамонты и микрогамонты. Дальнейшего развития гамонтов в крови человека не происходит: человек становится носителем малярийного паразита.

У комара, напившегося крови больного малярией человека, в кишечнике из макрогамонта формируется женская макрогамета, а из микрогамонта образуются четыре – восемь мелких мужских микрогамет. После копуляции макро- и микрогамет образуется подвижная зигота – оокинета.

Оокинета внедряется в стенку кишки комара. В полости тела комара она преобразуется в ооцисту. В ооцисте происходит процесс спорогонии с образованием множества спорозоитов – до 500 особей. Стенки ооцисты разрушаются, и спорозоиты попадают в полость тела комара, откуда они проникают в слюнные железы и протоки желез.

При укусе человека комар со слюной вводит в кровь через хоботок спорозоиты. Таким образом, в жизненном цикле малярийного плазмодия отсутствуют стадии развития, протекающие во внешней среде. Поэтому на всем протяжении своего развития паразит не имеет стадий, когда он одевается защитными оболочками.

Малярия широко распространена на планете. У человека, больного малярией, наблюдается малокровие (анемия), интоксикация всего организма; болезнь сопровождается приступами лихорадки. От кровяных споровиков в мире погибло больше людей, чем во всех войнах.

Переносят малярию комары рода *Anopheles*, в основном *A. maculipennis*. В Европе существует шесть видов-двойников малярийного комара, которых ранее объединяли в один вид.

**Задание 3.** Заполните табл. 3.

Таблица 3. Сходство и различие стадий жизненного цикла представителей класса споровиков

Особенности жизненного цикла	Кокцидии	Кровяные споровики
Локализация паразита в хозяине		
Пути заражения хозяина		
Количество хозяев в цикле развития		
Локализация зиготы		
Место образования спорозоитов		
Основные хозяева		
Чередование форм размножения		

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика типа Апикомплекса.
2. Систематика типа.
3. Жизненный цикл кокцидий.
4. Биологическое значение мерогонии, гаметогонии и спорогонии.
5. Видовая специфичность кокцидий.
6. Жизненный цикл малярийного плазмодия.
7. Отличительные черты цикла развития кокцидий и плазмодия.
8. Малярия и меры борьбы с ней.

### Лабораторное занятие 5. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГУБОК И КИШЕЧНОПОЛОСТНЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить примитивных многоклеточных животных на примере губок, их строение, образ жизни и значение в природе. Изучить структурно-функциональные особенности строения гидроидных.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты скелета губки, микропрепараты продольного разреза гидры, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Многоклеточные (Metazoa).

**Тип** Губки (Porifera, s. Spongia).

**Класс** Известковые губки (Calcispongiae).

**Вид** сикон (*Sycon sp.*).

**Класс** Стекланные губки (Hyalospongiae).

**Вид** корзинка Венеры (*Euplectella aspergillum*).

**Класс** Обыкновенные губки (Demvspongiae).

**Вид** бадяга (*Spongilla lacustris*).

**Тип** Кишечнополостные (Coelenterata).

**Класс** Гидроидные (Hydrozoa).

**Вид** гидра обыкновенная (*Hydra vulgaris*).

**Класс** Сцифоидные (Scyphozoa).

**Вид** аурелия ушастая (*Aurelia aurita*).

**Класс** Коралловые полипы (Anthozoa).

**Вид** конская актиния (*Actinia equina*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа постоянные микропрепараты скелета губки.

*Зарисуйте* строение губки и движение тока воды через каналы в стенках тела губки. *Обозначьте:* эктодерму, энтодерму, межклеточное вещество (мезоглея), движение тока воды через каналы.

Эти животные ведут прикрепленный образ жизни. Размеры губок очень разнообразны: есть карликовые губки длиной несколько миллиметров и губки-гиганты до 1 м и более в высоту. Многие из них ярко окрашены в коричневый, желтый, зеленый, красный и фиолетовый цвета. Большинство губок – колониальные формы, лишь немногие являются одиночными (рис. 13).



*a*

*б*

Рис. 13. Губки: *a* – пресноводная губка (бадяга); *б* – морская губка

Губки – двухслойные животные: наружный слой – эктодерма, внутренний – энтодерма. Между ними расположен слой неклеточного студенистого вещества – мезогля с разбросанными в ней клетками. Мезогля содержит клетки амебоциты (археоциты), имеющие недифференцированный характер и способные превращаться в клетки-скелетообразователи, женские и мужские гаметы, сократительные и пигментные клетки. Наружный слой образован плоскими эктодермальными клетками, внутренний – воротничковыми клетками – хоаноцитами, из свободного конца которых торчит длинный жгутик, способный двигаться. Все эти клетки имеют огромное значение для жизни губок.

Скелет состоит из минерального вещества или углекислой извести, или органического вещества спонгина, напоминающего по свойствам рог.

Губки размножаются бесполом и половым способами. Бесполое размножение происходит путем почкования. На поверхности губки появляется бугор. Он постепенно растет, а затем почка отделяется от материнского организма и переходит к самостоятельной жизни. Полностью почка отделяется редко; обычно дочерние особи сохраняют связь с материнской, и таким образом возникают колонии. Отдельные особи сливаются между собой (рис. 14).

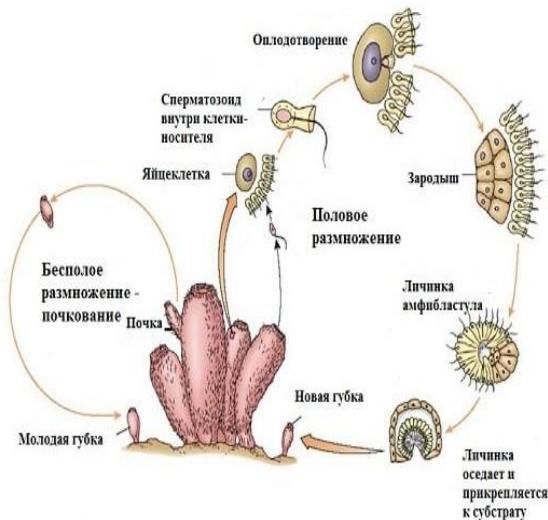


Рис. 14. Бесполое и половое размножение губок

Благодаря простоте организации губки обладают уникальной способностью к регенерации, т. е. восстановлению утраченных частей тела.

Питаются губки взвешенными в воде мелкими частицами органических веществ и различными микроорганизмами. Частицы пищи с током воды попадают в каналы в стенках тела губки, здесь они захватываются особыми воротничковыми жгутиковыми клетками и передаются амебовидным клеткам, которые находятся в межклеточном пространстве. Внутри этих клеток перевариваются пищевые частицы. Непереваренные остатки с током воды выносятся из них в полость тела. Такой способ питания называется биофильтрацией, а губки, соответственно, являются биофильтраторами. Мелкая губка способна очистить за сутки 3 л замутненной воды. Непрерывный ток воды через тело губок приносит им кислород, способствует удалению продуктов диссимиляции. Полость губок называется парагастральной и служит только для прохождения воды. В ней пища не накапливается и не переваривается, следовательно, пищеварение у губок внутриклеточное. В связи с этим губки играют важную роль в процессах очищения пресных водоемов от гниющих органических остатков, бактерий и планктонных организмов.

По составу и строению скелета губки подразделяют на три класса: известковые, стеклянные и обыкновенные.

На пресноводных губках могут жить личинки ручейников и некоторых других насекомых, а также личинки водяных клещей. Эти животные частично используют губок в пищу. Колонии морских губок служат местом поселения самых разных организмов – кольчатых червей, ракообразных, иглокожих. Губки часто поселяются на других животных, в том числе подвижных, например, на панцире крабов, раковинах брюхоногих моллюсков.

**Задание 2.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Какими клетками туалетных губок выделяется роговое вещество спонгин?

2. Почему пресноводные губки в большинстве случаев окрашены в зеленый цвет?

3. В полости каких губок могут встречаться и жить личинки насекомых и водяных клещей?

4. Почему геммулы пресноводных губок на дне водоемов зимой не погибают?

5. Почему губок относят к примитивным многоклеточным животным?

**Задание 3.** Объясните значение следующих терминов: устье, подошва, спикула, парагастральная полость, мезоглея, амебоциты, хоаноциты, биофильтрация.

**Задание 4.** Рассмотрите микропрепараты продольного разреза тела гидры пресноводной при малом увеличении микроскопа. Изучите оральный и аборальный полюса, гастральную полость, переходящую в щупальца, эктодермальный и энтодермальный слои клеток.

*Зарисуйте* внешний вид гидры пресноводной. *Обозначьте:* оральный и аборальный полюса, щупальца, кишечную полость, почку.

Класс Гидроидные – это низший класс кишечнополостных, состоящий примерно из 4 тыс. видов. Гидроидные представлены разнообразными одиночными и колониальными формами, населяющими преимущественно моря и океаны. Имеются и пресноводные представители (рис. 15).

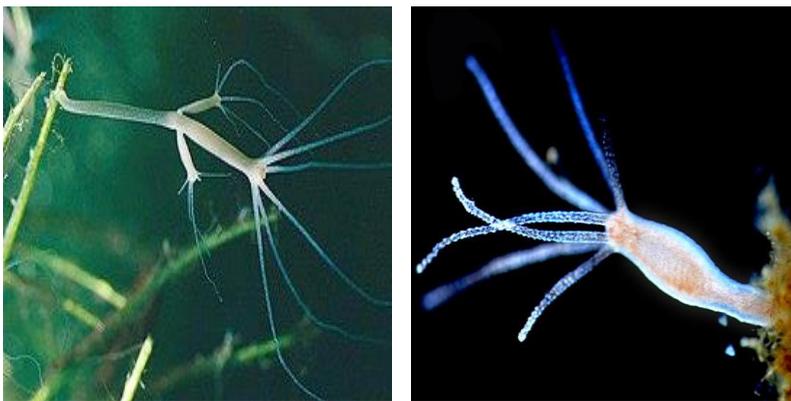


Рис. 15. Пресноводная гидра

Наиболее типичными для пресных вод являются различные виды гидр (*Hydra*), ведущие одиночный образ жизни полипа.

Гидры – это небольшие животные высотой 1–2 см с расширенным основанием, на котором они удерживаются на субстрате. Ротовое отверстие окружено венчиком из 6–12 щупалец, а более широкое тело переходит в стебель. Мезоглея имеет вид тонкой опорной пластинки, в которой разбросаны нервные, эпителиально-мышечные и промежу-

точные клетки. Из последних при необходимости формируются полове, стрекательные и другие клетки. Нервная система гидры имеет диффузный характер.

Обитают гидры в пресных водоемах со стоячей или малоподвижной водой. Гидры могут медленно передвигаться за счет скольжения подошвы по субстрату или «кувырканием» через головной конец. Питаются мелкими ракообразными, инфузориями, улавливая добычу щупальцами, вооруженными стрекательными клетками (рис. 16).

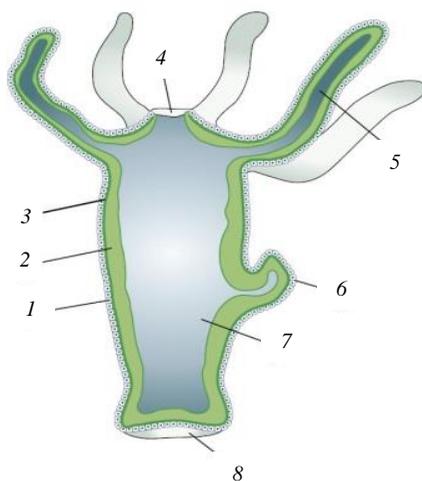


Рис. 16. Внешнее строение гидры:  
1 – эктодерма; 2 – энтодерма; 3 – мезogleя; 4 – рот; 5 – щупальце; 6 – почка;  
7 – кишечная полость; 8 – подошва

Размножаются гидроидные почкованием и половым путем. Примерно на середине тела гидры имеется пояс почкования. Дочерние организмы отпочковываются и начинают самостоятельную жизнь в течение всего лета. Осенью гидры размножаются половым путем. На поверхности тела появляются особые выпуклости: несколько семенников или один-два яичника, в каждом из которых образуется только одна яйцеклетка. Гидры раздельнополые, но есть и гермафродиты. Спермии выходят в воду и проникают в яйцеклетку другой особи.

Гидры способны к регенерации, даже из части тела восстанавливается весь организм.

**Задание 5.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Какой из отделов тела гидры наиболее богат клеточными элементами?
2. На каком отделе тела гидры образуются почки?
3. Каким образом размножаются гидры в летнее время?
4. Каковы признаки примитивной организации пресноводных гидр?
5. Каковы особенности строения нервной системы пресноводной гидры?

**Задание 6.** Рассмотрите строение сцифоидной медузы. Изучите форму тела, строение рта, кишечной полости, щупальца.

*Зарисуйте* внешний вид сцифоидной медузы. *Обозначьте:* эктодерму, мезодерму, энтодерму, кишечную полость, половую железу, щупальца.

Класс Сцифоидные, насчитывающий около 200 видов, представлен крупными и мелкими морскими медузами. Большая часть их жизненного цикла проходит в форме плавающих медуз (немногие формы ведут прикрепленный образ жизни); фаза полипа кратковременна или может отсутствовать. Тело сцифоидных медуз имеет форму зонтика, купола и т. п. (рис. 17). Строение нервной, мускульной и пищеварительной систем у этих медуз более сложное. В мезоглее купола имеются мышечные волокна, обеспечивающие сжатие купола.



Рис. 17. Внешний вид сцифоидной медузы

Кишечная полость имеет радиальные складки и радиальные каналы, впадающие в кольцевой канал. Центральной частью пищеварительного аппарата является желудок, от которого отходит большое число разветвленных канальцев.

Предротовые лопасти имеют многочисленные осязательные и стрекательные клетки. По краю зонтика расположены скопления нервных клеток – ганглии (рис. 18).

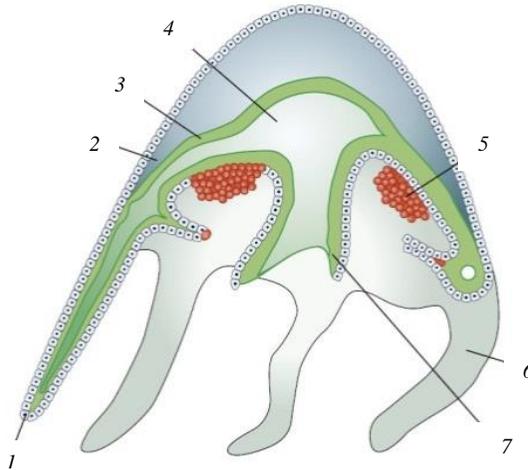


Рис. 18. Схема строения медузы (продольный разрез):  
 1 – эктодерма; 2 – мезоглея; 3 – энтодерма; 4 – кишечная полость;  
 5 – половая железа; 6 – щупальце; 7 – ротовой стебелек

Органы чувств сосредоточены в укороченных щупальцах – ропалиях.

В большинстве своем медузы раздельнополые. Половые продукты образуются в энтодерме: половые железы находятся в стенках желудка. Половые клетки выходят через рот в воду, где происходит копуляция мужских и женских гамет. Из оплодотворенных яиц развиваются микроскопических размеров личинки – планулы. Они плавают с помощью ресничек, затем опускаются на дно, прикрепляются к субстрату и превращаются в мелкие одиночные полипы бокаловидной формы – сцифистомы. По мере роста сцифистомы на ее теле появляются поперечные перетяжки, деля полип на ряд дисков – медуз (эфир). Каждая эфира отделяется от сцифистомы, растет и превращается в

свободноплавающую взрослую медузу. Таким образом, развитие сцифоидных медуз не прямое, а происходит через стадии планулы и сцифистомы.

**Задание 7.** Объясните значение следующих терминов: ропалия, планула, сцифистома, эфиры, мезоглея, кольцевой канал, ганглии, стрекательные клетки.

**Задание 8.** Изучите представителей класса коралловые полипы и их морфофизиологические особенности.

Класс коралловые полипы включает одну из древнейших групп морских животных – полипы, которые не только превосходят гидроидных полипов по размерам, но и отличаются более сложным строением. Это одиночные или большей частью колониальные полипы, одной из особенностей которых является отсутствие в жизненном цикле стадии медузы, т. е. у них нет чередования поколений.

Ротовое отверстие коралловых полипов окружено венчиком щупалец, число которых у одних полипов равно восьми (восьмилучевые кораллы), у других – шести (шестилучевые кораллы).

Пищевые частицы через рот попадают сначала в сплюснутую с боков эктодермальную глотку, а оттуда – в хорошо развитую с перегородками (септами) кишечную полость. Число перегородок может быть либо восемь, либо шесть или кратно числу щупалец. В глотке есть клетки с длинными ресничками, которые непрерывно гонят воду внутрь гастральной полости полипа, откуда та выводится наружу. Так обеспечивается постоянная смена воды.

У колониальных полипов мощный скелет чаще всего представлен углекислыми солями, реже – роговым веществом. Скелет может быть наружным или внутренним.

Коралловые полипы размножаются бесполом и половым путем. Ведущие одиночный образ жизни актинии иногда размножаются делением, у колониальных видов наблюдается почкование. Половые железы формируются в перегородках между энтодермой и мезоглеей. Спермии выходят через ротовое отверстие наружу и через рот проникают в гастральную полость женской особи, где и происходит оплодотворение. У некоторых форм оплодотворение наружное. Развитие происходит с метаморфозом: из зиготы развивается плавающая личинка – планула, которая прикрепляется к субстрату и дает начало новому полипу.

Рифы условно подразделяют на три типа: береговые, барьерные и атоллы. Береговые расположены непосредственно по берегам островов

или материков, а барьерные рифы – параллельно береговой линии на некотором расстоянии. Атоллы – это кольцеобразные возвышающиеся над океаном коралловые острова с озерцом внутри.

Значение кишечнополостных в мировом океане трудно переоценить: с их помощью осуществляется круговорот кальция в биосфере, они очищают морскую воду от органической взвеси и являются звеньями в пищевых цепях и т. п. Кишечнополостные (медузы) служат объектом промысла (Япония, Китай), кораллы используют для украшений, коллекций и ювелирных изделий, медицинских препаратов.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика губок.
2. Систематика губок.
3. Особенности морфологии губок.
4. Размножение губок.
5. Значение губок в природе и жизни человека.
6. Общая характеристика кишечнополостных.
7. Систематика кишечнополостных.
8. Морфология гидры.
9. Строение и значение стрекательных клеток гидры.
10. Размножение гидры.
11. Паразитофауна гидры.

### **Лабораторное занятие 6. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ СВОБОДНОЖИВУЩИХ ПЛОСКИХ ЧЕРВЕЙ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить морфофункциональные особенности свободноживущих плоских червей.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты молочной планарии, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Многоклеточные (Metazoa).

**Тип** Плоские черви (Plathelminthes).

**Класс** Ресничные черви (Turbellaria).

**Отряд** Трехветвистокишечные (Tricladida)

**Вид** молочная планария (*Dendrocoelium lacteum*).

## Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты молочной планарии при малом увеличении микроскопа. Найдите передний и задний отделы, глаза, осязательные лопасти.

*Зарисуйте* внешний вид молочно-белой планарии и внутреннее строение систем органов. *Обозначьте:* передний и задний отделы, спинную и брюшную стороны, глаза, ротовое отверстие, половую систему, выделительную систему, нервную систему.

К классу Ресничные черви относится большая группа (около 3,5 тыс. видов) свободноживущих в воде или почве плоских червей, тело которых не расчленено и покрыто мерцательным (ресничным) эпителием (рис. 19). Все турбеллярии – хищники. На переднем конце тела ресничных червей имеется несколько примитивных глазков. У большинства представителей рот расположен посередине тела на его брюшной стороне.

Длина тела может колебаться от долей миллиметра до 35 см. Форма тела уплощена и чрезвычайно разнообразна. Морские турбеллярии ярко окрашены.



Рис. 19. Внешний вид турбеллярий

Покровы представлены ресничным однослойным эпителием. Реснички способствуют передвижению мелких червей в воде. Более крупные представители этого класса ползают. В каждом эпителии располагаются особые палочковидные образования – рабдиты, выполняющие

защитные функции: выбрасываясь наружу, они окутывают врага рыхлой клейкой оболочкой. В покровах ресничных червей много железистых клеток, из которых одни выделяют слизь, а другие – ядовитые вещества.

*Нервная система* у разных представителей различна по своей сложности (рис. 20). У примитивных форм она диффузного типа. Есть виды, у которых вдоль тела идет несколько нервных тяжей. У более сложноорганизованных имеются ганглии с продольными нервными тяжами.

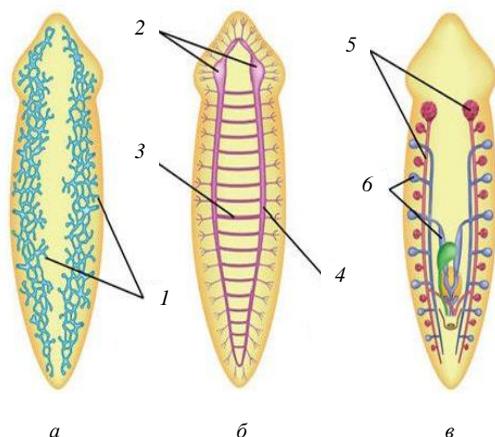


Рис. 20. Молочно-белая планария:  
*а* – выделительная система; *б* – нервная система;  
*в* – половая система; 1 – клетки с ресничками;  
 2 – головной нервный узел; 3 – поперечный нервный ствол;  
 4 – продольный нервный ствол; 5 – женская половая система;  
 6 – мужская половая система

*Органы пищеварения.* У большинства видов на брюшной стороне в средней ее части расположен рот, ведущий в глотку, которая может выпячиваться наружу и присасываться к жертве, высасывая ее содержимое. Кишечник чаще всего разделен на две и более ветвей, заканчивающихся слепо. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через рот.

Газообмен осуществляется путем диффузии кислорода из воды через покровы внутрь тела, а диоксида углерода – наружу.

Выделительная система протонефридиального типа. Как отдельная система органов впервые появляется у ресничных червей.

*Органы размножения* устроены довольно сложно. Большая часть ресничных червей гермафродиты. Мужская половая система представлена множеством мелких семенников, разбросанных в паренхиме. От семенников отходят семявыносящие канальцы, которые, сливаясь, образуют два семяпровода. Семяпроводы формируют непарный семязвергательный канал, пронизывающий совокупительный орган, расположенный в половой клоаке.

Женская половая система представлена одним или множеством яичников. От яичников отходят два яйцевода, принимающие протоки желточников и сливающиеся в один канал – влагалище. Влагалище открывается в половую клоаку.

Интересна способность ресничных червей к регенерации: при расчленении одного червя на сотни частей из каждой части может возникнуть новая особь.

В морях и океанах обитают мелкие ресничные черви. Среди пресноводных представителей отечественной фауны можно отметить молочно-белую планарию. Многочисленные трехветвистокишечные турбеллярии населяют озеро Байкал. Многие виды ресничных червей служат кормом для рыб.

**Задание 2.** Объясните значение следующих терминов: кожно-мускульный мешок, базальная мембрана, ганглии, рабдиты, протонефридии, гермафродит, регенерация.

### **Контрольные вопросы**

1. Признаки, характерные для типа Плоские черви.
2. Строение кожно-мускульного мешка турбеллярий.
3. Строение пищеварительной системы.
4. Строение выделительной системы.
5. Особенности размножения турбеллярий.

### **Лабораторное занятие 7. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СОСАЛЬЩИКОВ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить морфологические особенности сосальщиков, связанные с эндопаразитическим образом жизни.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты фасциолы, ланцетовидной двуустки, яйца печеночного сосальщика, яйца ланцетовидной двуустки, реди, церкарии, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Многоклеточные (Metazoa).

**Тип** Плоские черви (Plathelminthes).

**Класс** Дигенетические сосальщики (Trematoda).

**Отряд** Фасциолиды (Fasciolida).

**Виды:** печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*);  
ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*).

**Класс** Моногенетические сосальщики (Monogenea).

**Отряд** Гиродактилиды (Gyrodactylidea).

**Вид** лягушачий сосальщик (*Polystoma integerrimum*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты печеночного сосальщика. Обратите внимание на форму тела трематоды. Найдите переднюю и заднюю присоски.

*Зарисуйте* внутреннее строение печеночного сосальщика. *Обозначьте:* нервную систему, половую систему, выделительную систему, ротовую и брюшную присоски.

Печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*), или фасциолапеченочник, имеет листовидное тело до 5 см длиной (рис. 21).

На переднем конце тела расположено ротовое отверстие, окруженное ротовой присоской. На брюшной стороне тела имеется брюшная присоска. Кишечник двуветвистый с множеством отростков. Два ветвистых семенника расположены в середине тела ниже компактного ветвистого яичника.

Печеночный сосальщик паразитирует в желчных протоках печени растительоядных и всеядных животных, где питается желчью. Может поражать и человека, вызывая заболевание фасциолез. Сильнее всего поражаются овцы и молочный скот, которых пасут в поймах рек, на заливных лугах и т. п. Нередко болезнь может иметь летальный исход из-за закупоривания двуустками желчных протоков и невозможности оттока желчи из печени.

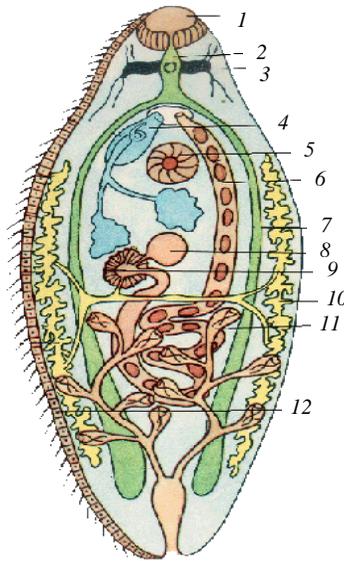


Рис. 21. Печеночный сосальщик:  
 1 – ротовая присоска; 2 – глотка;  
 3 – нервная система; 4 – мужская половая система;  
 5 – брюшная присоска; 6 – матка с яйцами; 7 – ветви  
 кишечника; 8 – яичник; 9 – оотип; 10 – желточный;  
 11 – выделительная система; 12 – эпителий

**Задание 2.** Рассмотрите строение яиц на микропрепарате при большом увеличении микроскопа.

*Зарисуйте* схему цикла развития печеночного сосальщика.

Яйцевая скорлупа довольно толстая. Яйца овальной формы, длиной 0,13–0,15 мм. На одном из полюсов яиц находится отверстие, снабженное крышечкой и служащее для выхода сформированной личинки трематоды наружу.

С желчью оплодотворенные яйца, покрытые скорлуповыми оболочками, через кишечный тракт с калом хозяина попадают во внешнюю среду. За сутки один паразит может отложить сотни тысяч яиц.

Чтобы развиваться дальше, яйцо должно попасть в воду, где через 3–6 нед крышечка открывается и из яйца выходит микроскопическая личинка, покрытая ресничками, – мирацидий. В задней части тела мирацидия лежат партеногенетические яйца (рис. 22).



Рис. 22. Цикл развития печеночного сосальщика

Для дальнейшего развития необходим промежуточный хозяин – малый прудовик. Внутри спороцисты путем дробления и дифференцировки в течение 3–4 нед из партеногенетических яиц развивается новое поколение личинок – редиий. Редиий выходят из погибшей спороцисты через разрывы ее стенок. Они имеют вытянутое тело с развитым пищеварительным аппаратом. Питаются редиий тканями хозяина, заглатывая их через рот. В теле каждой редиий развивается следующее (второе) поколение партеногенетических редиий. Из редиий второго поколения образуется новая партеногенетическая форма личинок – церкарии.

Развитие церкариев длится до 6 нед. Церкарии выходят из тела малого прудовика в воду и прикрепляются к водным прибрежным растениям, затем покрываются плотной оболочкой и инцистируются, превращаясь в последнюю стадию развития сосальщика – адоlescариев.

Адоlescарии сохраняют жизнеспособность в воде и влажной среде многие месяцы. Долго живут они в сене, заготовленном из растений, на которых закрепились церкарии.

Окончательные (дефинитивные) хозяева заражаются фасциолезом, заглатывая адоlescариев с прибрежной травой, сеном и водой из зараженных водоемов.

В кишечнике дефинитивного хозяина оболочки адоlescариев растворяются, зародыш сосальщика через брюшную полость или через кровеносную систему проникает в паренхиму печени, а через некоторое

время – в желчные протоки. В печени сосальщик живет до нескольких лет.

Весь цикл развития (от мирацидия до половозрелого состояния) может занимать до 7 мес. Борьба с фасциолезом сводится к лечебным и профилактическим мерам с целью предупреждения попадания адолескариев в организм сельскохозяйственных животных (мелиорация пастбищ, поение скота чистой водой из специальных сооружений, смена пастбищ и т. д.).

**Задание 3.** Изучите на микропрепарате сосальщика – ланцетовидную двуустку при малом и большом увеличении микроскопа. Обратите внимание на размеры, переднюю и заднюю присоски, пищеварительную, выделительную и половую системы.

*Зарисуйте* внутреннее строение ланцетовидного сосальщика. *Обозначьте:* ротовую и брюшную присоски, глотку, кишечник, яичник, желточники, семенники.

Ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*), или ланцетовидная двуустка, – небольшой червь (около 1 см) ланцетовидной формы, распространен в засушливых регионах страны. Имеет две присоски, двуветвистый кишечник без боковых отростков, неветвящиеся яичник и семенники (рис. 23). Паразитирует в печени мелкого и крупного рогатого скота и других травоядных млекопитающих.

Первыми промежуточными хозяевами ланцетовидного сосальщика служат разные виды сухопутных брюхоногих моллюсков. С каловыми массами дефинитивного хозяина выходят яйца сосальщика, окруженные толстыми оболочками, которые позволяют им сохранять жизнеспособность в течение нескольких месяцев. В яйцах находятся сформированные мирацидии. Моллюски заражаются, поедая эти яйца.

В кишечнике моллюсков мирацидии освобождаются от яйцевых оболочек и проникают в печень промежуточного хозяина. Там мирацидии превращаются в спороцисты, в которых партеногенетически развиваются дочерние спороцисты. Последние дают начало партеногенетическим церкариям. Сотни церкариев проникают в легкие моллюска, обволакиваются слизью в комочки (пакеты церкариев) и в таком виде выбрасываются через дыхательное отверстие наружу.

Вторым промежуточным хозяином являются разные виды муравьев, которые могут поедать слизистые комочки с церкариями. Через стенку кишечника муравьев церкарии проникают в полость тела насекомых, где превращаются в метцеркариев (без хвоста, окруженные оболочками).

Скот на пастбище заглатывает траву с пораженными муравьями. В его кишечнике муравьи перевариваются, а освободившиеся метатеркарии через желчный проток попадают в печень definitiveного хозяина.

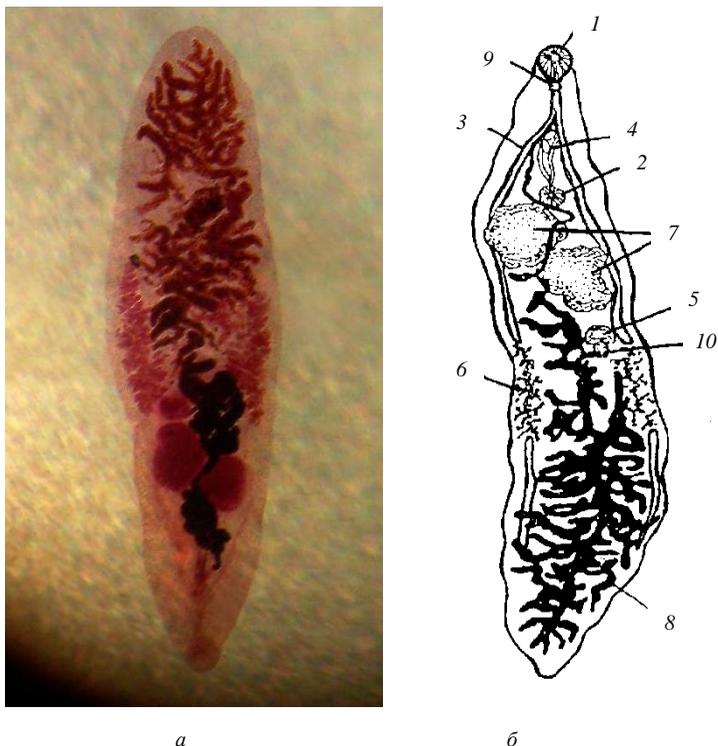


Рис. 23. Ланцетовидный сосальщик: *a* – внешний вид; *б* – схема строения:

- 1 – ротовая присоска; 2 – брюшная присоска;  
 3 – кишечник; 4 – совокупительный орган (циррус)  
 в сумке; 5 – яичник; 6 – желточники; 7 – семенники;  
 8 – матка; 9 – глотка; 10 – семяприемник

**Задание 4.** Изучите морфофункциональные особенности представителей класса Моногенетические сосальщики. Определите, эктопаразитами каких животных они являются. Обратите внимание на различие во внешнем строении между двумя классами сосальщиков.

*Зарисуйте* внутреннее строение лягушачьего сосальщика.

За редким исключением моногенетические сосальщики являются эктопаразитами позвоночных (рыб, амфибий) и беспозвоночных (моллюсков) животных. Известно более 2,5 тыс. видов моногеней. Паразитируют они на жабрах и коже рыб, некоторые поражают мочевой пузырь амфибий и рептилий. По своей организации моногенеи близки к трематодам. Они обладают мощными органами для прикрепления к хозяину. Это присоски и крючья или только крючья, которые расположены на обособленном заднем отделе тела в виде диска, а также мелкие присоски около рта, выделяющие липкий секрет. Ротовая и брюшная присоски у моногенеи отсутствуют (рис. 24).

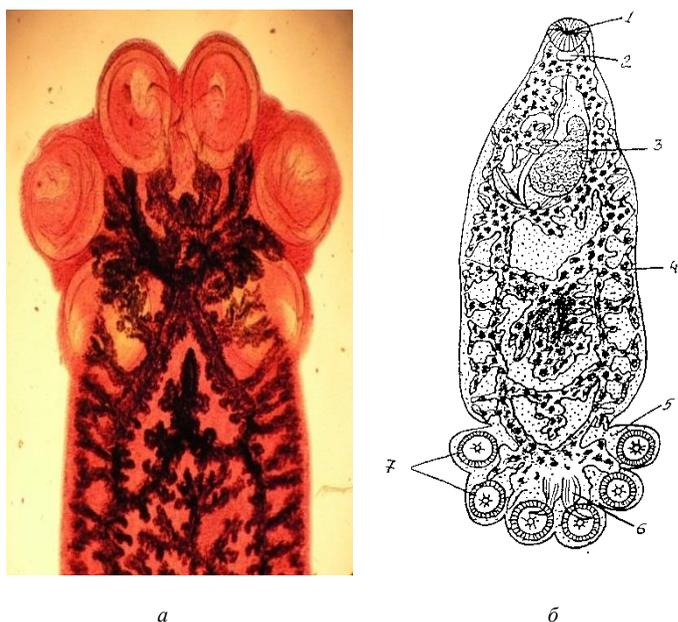


Рис. 24. Лягушачий сосальщик: *а* – внешний вид; *б* – схема строения:  
 1 – рот; 2 – глотка; 3 – яичник; 4 – кишечник;  
 5 – прикрепительный диск; 6 – крючья; 7 – присоски

Из органов чувств можно отметить наличие на покровах многочисленных чувствующих клеток, а на переднем конце – глазков.

Тело моногенеи заключено в кожно-мышечный мешок. Кишечник двуветвистый, иногда с боковыми отростками или мешковидный. По-

ловые железы непарные. Парные выделительные каналы протонефридиальной системы открываются на переднем конце тела парными отверстиями.

Размножаются моногеней исключительно половым путем, некоторым видам свойствен партеногенез. Жизненный цикл проходит без смены хозяина, в одном организме.

Из оплодотворенного яйца выходит свободноплавающая личинка с ресничками, глазками и органами прикрепления на заднем конце тела. Личинка напоминает планарию.

Некоторые моногенетические сосальщики приносят вред рыбному хозяйству, поражая рыб и вызывая их истощение. Например, мелкие черви *Dactylogyrus vastator* длиной 1–3 мм живут на жабрах и коже карповых и других рыб, питаются кровью. Из яиц, отложенных дактилогирисом, вылупляются личинки, которые затем прикрепляются к жабрам рыб, где превращаются во взрослых паразитов.

Встречаются паразиты лягушек, в частности лягушачья многоустка, у которой жизненный цикл усложнен и тесно связан с ростом и развитием хозяев – головастиков и лягушек.

**Задание 5.** Объясните значение следующих терминов: ротовая присоска, брюшная присоска, семенники, матка, семяприемники, мирацидий, редики, церкарии, адолескарии, фасциолез, дефинитивный хозяин, эктопаразит.

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности морфологии трематод.
2. Основные стадии жизненного цикла сосальщиков.
3. Цикл развития фасциолы.
4. Цикл развития ланцетовидного сосальщика.
5. Строение фасциолы.
6. Особенности морфологии и биологии партеногенетических стадий сосальщиков.
7. Строение моногеней.
8. Биологическое значение сосальщиков.

### **Лабораторное занятие 8. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ ЧЕРВЕЙ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить структурно-функциональные адаптации ленточных червей к эндопаразитическому образу жизни.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты бычьего цепня и незрелые членики бычьего цепня, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Многоклеточные (Metazoa).

**Тип** Плоские черви (Plathelminthes).

**Класс** Ленточные черви (Cestoda).

**Отряд** Цепни (Cyclophyllidea).

**Виды:** свиной цепень (*Taenia solium*);

бычий цепень (*Taeniarrhynchus saginatus*);

огуречный цепень (*Dipylidium caninum*);

карликовый цепень (*Hymenolepis nana*);

эхинококк (*Echinococcus granulosus*);

альвеококк (*Alveococcus multilocularis*);

овечий мозговик (*Multiceps multiceps*);

мониезия (*Moniezia expansa*).

**Отряд** Лентецы (Pseudophyllidea).

**Виды:** лентец широкий (*Diphyllobothrium latum*);

ремнец (*Ligula intestinalis*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты сколексов бычьего (невооруженного) цепня. Определите форму и размеры сколекса. Изучите органы прикрепления ленточных червей.

*Зарисуйте* сколексы ленточных червей с различными видами органов прикрепления.

Цестоды – эндопаразиты различных животных, преимущественно позвоночных и человека. Взрослые черви паразитируют в тонком отделе кишечника definitive хозяина. Личинки паразитов развиваются в различных органах и полостях тела промежуточного хозяина – беспозвоночных и позвоночных животных. Известно более 3 тыс. видов цестод, среди которых встречается множество паразитов животных и человека.

У большинства представителей ленточных червей тело имеет вид плоской ленты, часто разделенной на множество члеников. Тело имеет головку – сколекс (рис. 25), которая продолжается в шейку, за шейкой следует тело червя – стробила. Стробила состоит из множества (от не-

скольких сотен до тысяч, но бывает и два-четыре) члеников – проглоттид. Реже встречаются цестоды с нерасчлененным телом. Головка цестод имеет специальные органы прикрепления: присоски, крючья, ботрии (щелевидные углубления).

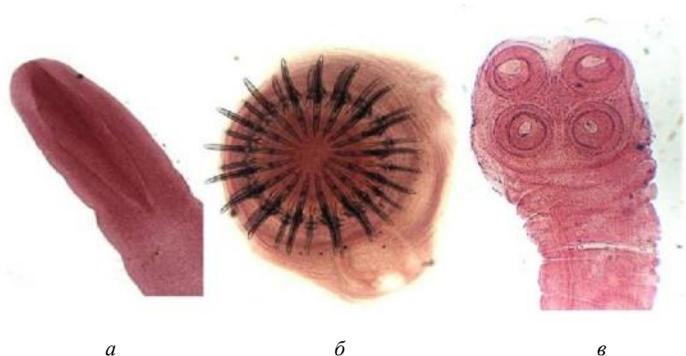


Рис. 25. Сколексы ленточных червей (органы прикрепления):  
*a* – ботрии; *б* – крючья; *в* – присоски

В связи с паразитическим образом жизни у ленточных червей слабо развиты нервная система и органы чувств, редуцирована пищеварительная система. Однако половая система у них достигает высокого уровня развития, обеспечивая огромную плодовитость, а следовательно, и возможность выживания.

Длина тела колеблется от нескольких миллиметров до 15 м. Головка (сколекс) имеет разное строение у различных цестод. У бычьего цепня сколекс имеет только четыре присоски (невооруженный цепень), головка свиного цепня помимо четырех присосок на вершине вооружена дополнительно венчиком из хитиновых крючьев (вооруженный цепень), головка широкого лентеца имеет два щелевидных углубления – ботрии, которыми они зажимают складку стенки кишки хозяина.

Шейка цестод является зоной роста червя, так как в ней происходит отшнуровывание новых члеников, из которых состоит стробила. Только у немногих представителей (ремнец, гвоздичник) тело не подразделяется на членики. На заднем конце тела цестод находятся зрелые членики, наполненные яйцами червя. Они отрываются по мере созревания и увлекаются с калом хозяина во внешнюю среду. Таким образом, у цестод происходит постоянный прирост молодых члеников и отрыв старых (зрелых). Число члеников у разных цестод может варьировать в

широких пределах: от двух – четырех до нескольких тысяч. В передней части стробилы расположены незрелые членики, у которых еще не развиты половые органы; за незрелыми следуют гермафродитные членики с развитой гермафродитной половой системой. Конец стробилы представлен зрелыми члениками с маткой, набитой яйцами.

Мускулатура представлена наружным кольцевым и внутренним продольными слоями. Может быть и третий слой – диагональный. В кишечнике хозяина ленточные черви совершают медленные движения. Такие же движения совершают и вышедшие наружу с калом зрелые членики.

Нервная система состоит из скопления в сколексе червя нервных клеток и продольных парных тяжей, идущих до конца тела.

Органы чувств выражены слабо.

Органы дыхания и пищеварения у цестод отсутствуют.

Органы выделения по строению однотипны с органами выделения трематод. В паренхиме располагаются звездчатые клетки, несущие реснички, от этих клеток отходят выносящие каналы, сливающиеся в два крупных выделительных канала, идущих по бокам стробилы.

Половая система цестод похожа на половую систему трематод. У нерасчлененных цестод в паренхиме расположен лишь один комплект мужских и женских половых органов. У расчлененных цестод каждый гермафродитный членик имеет по одному комплекту женских и одному комплекту мужских половых органов.

**Задание 2.** Изучите жизненные циклы развития различных представителей отряда Цепни.

*Зарисуйте* схему цикла развития бычьего цепня. *Обозначьте* основного и промежуточного хозяев.

Отряд Цепни (Cyclophyllidea) представлен ленточными червями, на сколексе которых имеются четыре присоски, а у многих видов дополнительно есть венчики крючьев.

Невооруженный (бычий) цепень (*Taeniarhynchus saginatus*) достигает в длину 8–12 м. На головке расположены четыре присоски, а хоботка с крючьями нет. Паразитирует в кишечнике человека (рис. 26).

Вышедшие с калом человека зрелые членики могут передвигаться. Промежуточный хозяин – крупный рогатый скот. Заражается, проглатывая яйца с кормом и водой. В кишечнике животных из яиц выходят онкосферы, которые вбуравливаются в стенку кишечника и проникают в кровь. Онкосферы оседают в мышцах внутренних органов, где обра-

зуются финны типа цистицерк. Человек может заразиться, потребляя плохо проваренное или недожаренное мясо пораженного скота.

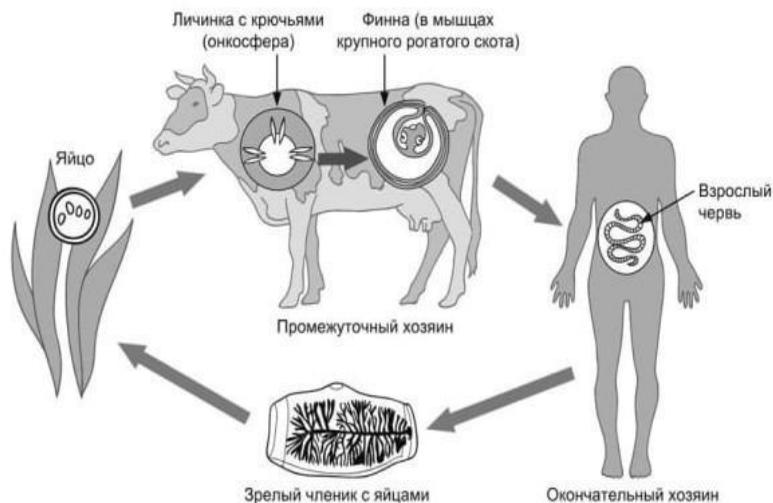


Рис. 26. Цикл развития бычьего цепня

Заболевший человек худеет, происходит интоксикация организма продуктами выделения цепня. Бычий цепень живет до 18 лет, производя за этот период до 11 млрд. яиц.

Вооруженный (свиной) цепень (*Taenia solium*), или свиной солитер, немного уступает бычьему по своим размерам – 2–4 м. Дефинитивным хозяином является человек. На головке помимо четырех присосок имеется хоботок с венчиком острых хитиновых крючьев. Цикл развития этого цепня сходен с циклом развития бычьего цепня. Однако свиной солитер для человека более опасен, так как его труднее изгонять из кишечника (он прочно прикреплен к стенке кишки), а главное – человек может быть и промежуточным хозяином. Финны солитера развиваются в различных внутренних органах, в том числе и в печени, сердце, мозге, что может привести к смерти.

Зрелые членики из тела человека могут выходить целыми обрывками стробилы. Членики не способны передвигаться по субстрату. Промежуточным хозяином могут быть свинья, кабан, собака, кошка, кролик, заяц, медведь, верблюд, иногда и человек. Финны типа цистицерк концентрируются в основном в мышцах, но могут оседать в сердце,

печени, мозге и глазах, длительное время (до 6 лет) сохраняя жизнеспособность. Заражение происходит при поедании непрожаренного и непроваренного мяса, чаще всего свиного. Человек может быть промежуточным хозяином, если в его кишечник попадут зрелые яйца. В этом случае финны образуются в мышцах человека, вызывая тяжелое заболевание. Взрослые черви живут в кишечнике человека несколько лет.

Овечий мозговик (*Multiceps multiceps*) – червь небольших размеров, длина его доходит до 80 см. Головка кроме четырех присосок вооружена хоботком с двумя рядами крючьев. Дефинитивными хозяевами являются собака и ее дикие родичи. Зрелые членики с калом собак попадают во внешнюю среду. Если яйца будут проглочены промежуточным хозяином (овца, коза, а также крупный рогатый скот, реже свинья, верблюд и другие животные, очень редко человек), то из яиц выходят онкосферы, которые внедряются в стенки кишечника и с током крови разносятся по организму. В головном мозге животного онкосфера превращается в ценур, достигающий размеров куриного яйца. Пораженная финной овца совершает круговые движения, так как обычно поражается одна половина мозга, что и определило название болезни – вертячка овец. Среди больных овец наблюдается массовая гибель. Собаки заражаются, поедая мозг погибших от вертячки овец. Взрослые черви живут до 6–8 мес.

Мониезии (различные виды рода *Moniezia*) достигают в длину 5 м и более. Головка червя имеет только четыре присоски. Дефинитивным хозяином паразита является мелкий и крупный рогатый скот. Особенно тяжело переносят заболевание молодые животные. Промежуточными хозяевами служат некровососущие микроскопические малые панцирные клещи, населяющие почву. Клещи поедают онкосферы, выпавшие из разрушившихся члеников паразита. Онкосферы через стенки кишечника клещей проникают в полость тела и там превращаются в мелкие финны типа цистицеркоид (мельчайшая личинка с одной головкой). Млекопитающие заражаются, поедая с травой пораженных клещей. В борьбе с мониезией важен режим чередования выпаса скота на пастбищах.

Эхинококк (*Echinococcus granulosus*) достигает в длину около 5 мм. Головка этого паразита имеет четыре присоски и хоботок с двумя рядами крючьев. Для эхинококка характерно наличие всего трех-четырех члеников: незрелый, гермафродитный и зрелый. Зрелый членик, содержащий до 800 яиц, отрывается от тела паразита и выносятся с ка-

ловыми массами дефинитивного хозяина (собаки, волка, шакала, лисицы, а также других хищных животных) во внешнюю среду. Зрелые членики во внешней среде некоторое время могут передвигаться, в том числе и в шерсти хозяина. Место оторвавшегося зрелого членика после оплодотворения занимает гермафродитный членик, который становится зрелым.

Промежуточными хозяевами могут стать мелкий и крупный рогатый скот, свиньи, лошади, кролики, грызуны и другие млекопитающие, кроме семейства собачьих. Им может стать и человек. Заболевание называется эхинококкозом, часты летальные исходы.

В кишечнике промежуточного хозяина из яйца выходит онкосфера. Попадая через стенки кишечника в кровяное русло, онкосфера мигрирует по всему организму, оседая и образуя финны типа эхинококк, чаще всего в печени, реже в легких, мышцах и мозге.

**Задание 3.** Изучите жизненные циклы развития различных представителей отряда Лентецы.

*Зарисуйте* схему цикла развития лентеца широкого. *Обозначьте* основного и промежуточных хозяев.

У представителей отряда Лентецы (Pseudophyllidea) головка не имеет присосок и крючьев. Органами прикрепления служат ботрии – щелевидные ямки, с помощью которых паразиты защемляют стенку кишки. Отряд включает много паразитических видов, из которых наиболее опасен широкий лентец (*Diphyllobothrium latum*). Червь живет в кишечнике хищных животных, достигая длины 8–10 м. Вышедшие с калом во внешнюю среду зрелые яйца с крышечкой должны попасть в пресную воду (рис. 27). Из яиц в воде выходит личинка, покрытая ресничками, – корацидий. Личинку могут съесть веслоногие ракообразные – циклопы и диаптомусы, в кишечнике которых из корацидия выходит сформировавшаяся личинка онкосфера с шестью крючьями. Онкосфера внедряется в полость тела первого промежуточного хозяина и там превращается в покоящуюся фазу – процеркоид, имеющий удлиненную форму с диском на заднем конце тела, несущем крючья.

Если пораженного ракообразного проглотит рыба (например, щука), то в ее теле процеркоид внедрится во внутренние органы и мышцы, где превратится в финнозную стадию – плероцеркоид. Плероцеркоиды имеют червеобразное тело длиной 1–2 см с одной свернутой головкой на переднем конце тела. Головка вооружена двумя ботриями.

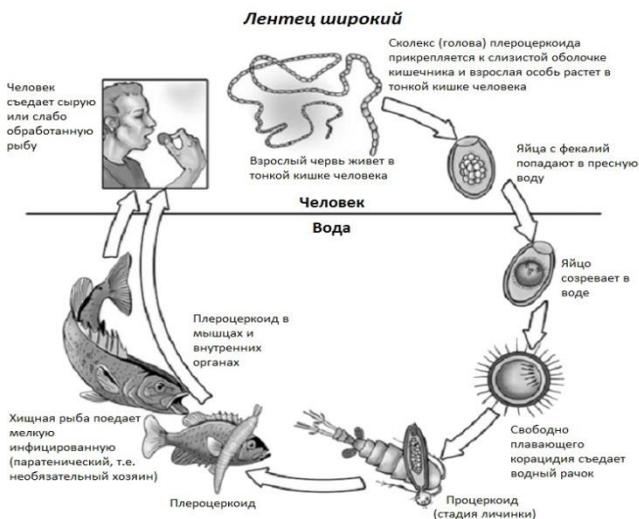


Рис. 27. Цикл развития лентеца широкого

Человек заболевает дифиллоботриозом чаще всего в тех районах, где потребляют в больших количествах сырую рыбу, в основном в виде строганины из замороженной рыбы, в которой остаются жизнеспособные плероцеркоиды. При поедании щуками пораженных плероцеркоидами рыб в их кишечнике паразиты не перевариваются, а проникают в ткани и накапливаются в различных органах.

**Задание 4.** Заполните табл. 4.

Таблица 4. **Черты сходства и различия в строении и физиологии разных видов цестод**

Элементы сравнения	Бычий цепень	Свиной цепень	Лентец широкий
Длина тела			
Органы прикрепления			
Основной хозяин			
Промежуточный хозяин			
Тип финны			
Количество яиц в зрелой проглоттиде			
Пути заражения человека цестодами			

## Контрольные вопросы

1. Морфология цестод.
2. Систематический обзор ленточных червей.
3. Цикл развития бычьего цепня.
4. Цикл развития свиного цепня.
5. Цикл развития эхинококка.
6. Цикл развития овечьего мозговика.
7. Цикл развития мониезии.
8. Вызываемые цестодами заболевания, при которых человек является дефинитивным хозяином.
9. Вызываемые цестодами заболевания, при которых человек является промежуточным хозяином.
10. Особенности морфологии лентецов.
11. Цикл развития лентеца широкого и ремнеца обыкновенного.

## Лабораторное занятие 9. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КРУГЛЫХ ЧЕРВЕЙ

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

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты поперечного разреза самки аскариды, яйца аскариды, детской острицы, трихины в мясе, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Многоклеточные (Metazoa).

**Тип** Первичнополостные (Nemathelminthes).

**Класс** Круглые черви, или Нематоды (Nematoda).

**Виды:** аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*);

аскарида свиная (*Ascaris suis*);

аскарида лошадиная (*Parascaris equorum*);

власоглав свиной (*Trichocephalus suis*);

трихинелла (*Trichinella spiralis*);

острица детская (*Enterobius vermicularis*);

острица лошадиная (*Oxyuris equi*).

## Ход занятия

**Задание 1.** На микропрепарате поперечного разреза самки аскариды изучите строение покровов, полость тела. Найдите гиподермальные валики, мышечные ленты, нервные стволы, половую систему.

*Зарисуйте* поперечный срез аскариды. *Обозначьте:* кутикулу, гиподерму, продольные мышцы, плазматические отростки мышечных клеток, спинной валик гиподермы, кишечник, боковой валик гиподермы, матку, яйцеводы, яичник, брюшной нервный ствол.

Круглых червей относят к первичнополостным червям, так как они имеют несегментированное тело с первичной полостью, заполненной полостной жидкостью. Кишечный канал не разветвлен и заканчивается анальным отверстием. Известно более 100 тыс. видов круглых червей, среди которых много свободноживущих форм, встречающихся в морях, пресных водоемах и почве. Почвенные виды червей участвуют в почвообразовательных процессах, а паразитические черви наносят огромный ущерб животноводству и растениеводству. Среди круглых червей много паразитов, которые встречаются практически у всех многоклеточных животных, а также у многих растений.

Первичная полость тела образуется за счет разрушения паренхимы, заполняющей у плоских червей промежутки между внутренними органами и стенкой тела. Главная функция – транспорт питательных веществ и конечных продуктов обмена, что легче и быстрее осуществляется в полостной жидкости, чем в паренхиме.

Форма тела у этих червей округлая в поперечнике. Покровы представлены кутикулой.

Кишечник состоит из трех отделов: переднего, среднего и заднего. Ротовое отверстие находится на брюшной поверхности переднего конца тела. Имеется анальное отверстие.

Выделительная система построена по протонефридиальному типу, но без мерцательных клеток или в виде особых кожных (гиподермальных) желез.

Большая часть круглых червей раздельнополые, но встречаются и гермафродитные формы. Часто выражен половой диморфизм. Размножаются только половым путем. Развитие прямое, реже – с метаморфозом. Круглые черви не способны к регенерации.

Покровы нематод образованы гиподермой, покрытой кутикулой. Кутикула может состоять из четырех – десяти слоев. Ее поверхность

кольчатая или гладкая. Кутикула благодаря своему составу находится в биологически активном состоянии и устойчива к действию пищеварительных ферментов хозяина, хотя у погибших червей кутикула легко переваривается в кишечнике животных.

*Нервная система* представлена окологлоточным нервным кольцом, которое опоясывает пищевод, и отходящими от него двумя продольными нервными тяжами: спинным и брюшным.

Органы чувств развиты слабо и представлены осязательными и обонятельными клетками.

Мускулатура образована обычно полосами продольных мышечных волокон, которые разделены по бокам тела выростами (валиками) гиподермы, а на спинной и брюшной сторонах – нервными стволами, лежащими в валиках гиподермы. Мышечные полосы образованы слоем удлинённых клеток, содержащих миофибриллы. Мускулатура нематод позволяет совершать однообразные змеевидные движения.

*Пищеварительная система* представлена передним (ротовая полость, глотка и пищевод), средним и задним отделами. Ротовое отверстие обычно прикрыто губами.

*Органы дыхания.* У свободноживущих нематод и фитопаразитов газообмен происходит через покровы тела; у большинства паразитов животных и человека анаэробное дыхание.

*Органы размножения.* Нематоды раздельнополы. У них обычно развит половой диморфизм. У паразитических нематод самки крупнее самцов, задний конец тела которых закручен.

Мужские половые органы, как правило, представлены непарной трубкой, самый тонкий конец которой является семенником. Средняя часть трубки – семяпровод, а наиболее толстый отдел – семяизвергательный канал, который открывается в задний отдел кишечника.

Женская половая система парная, хотя есть представители с непарной женской половой системой. Нитевидные яичники постепенно переходят в яйцеводы, которые расширяются и переходят в толстые каналы – две матки. Матки открываются в непарное влагалище.

*Аскариды* (различные виды семейства *Ascaridae*) живут в кишечнике многих диких, домашних и сельскохозяйственных млекопитающих (свиньи, лошади, птица, кролики, мелкий и крупный рогатый скот, собаки и др.), а также человека, особенно часто детей (рис. 28). Особенностью аскарид является их видовая специфичность: каждому виду млекопитающего присущ свой вид аскариды.

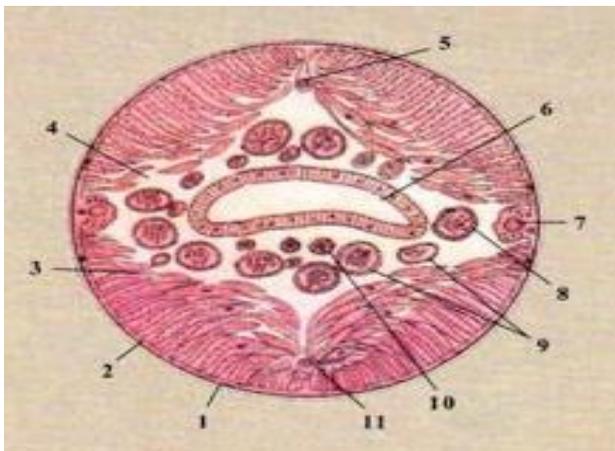


Рис. 28. Поперечный разрез тела самки аскариды:

- 1 – кутикула; 2 – гиподерма; 3 – продольные мышцы;  
 4 – плазматические отростки мышечных клеток;  
 5 – спинной валик гиподермы; 6 – кишечник; 7 – боковой валик гиподермы;  
 8 – матка; 9 – яйцеводы; 10 – яичник; 11 – брюшной нервный ствол

Аскариды имеют веретенообразное тело длиной 20–40 см при диаметре до 3–5 мм. Хорошо развит половой диморфизм: самки значительно крупнее самцов, хвостовой отдел которых загнут крючком. Плодовитость самок очень высокая – 200 тыс. яиц за сутки. Оплодотворенное яйцо покрыто прочными оболочками, которые хорошо защищают зародыш от неблагоприятных условий внешней среды.

Во внешнюю среду яйца попадают с фекалиями хозяина. После окончания развития личинки яйцо становится инвазионным, т. е. способным к заражению хозяина.

В кишечнике хозяина из яиц выходят микроскопические личинки, которые внедряются в стенки тонких кишок, проникают в кровяное русло и с током крови выносятся в капилляры легочных пузырьков – альвеол, где паразит растет. В это время может возникнуть воспалительный процесс в легких и даже кровотечение. Из легких личинки через бронхи и дыхательное горло при откашливании хозяина попадают в глотку, а затем вместе с кормом и слюной подросшие личинки снова попадают в кишечник, где заканчивают свое развитие и приступают к размножению. Для развития личинок аскарид требуется около 2–3 мес.

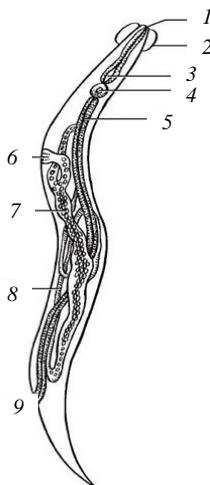
**Задание 2.** Рассмотрите на микропрепарате внешнее строение острицы. Изучите строение и расположение внутренних органов.

*Зарисуйте* внутреннее строение острицы. *Обозначьте:* рот, кутикулярные утолщения, пищевод, бульбус, средняя кишка, половое отверстие, матка, заполненная яйцами, яичник, анальное отверстие.

Острицы (различные виды семейства Oxyuridae) паразитируют в толстом отделе кишечника позвоночных и человека (рис. 29). Это мелкие паразиты, имеющие вздутие пищевода (бульбус) и тонкий заостренный хвостовой конец. Длина человеческой острицы (*Enterobius vermicularis*) составляет менее 2 см, тогда как лошадиная острица (*Oxyuris equi*) достигает 6–18 см за счет своего длинного хвоста.



*a*



*б*

Рис. 29. Самка детской острицы:

*a* – внешний вид; *б* – внутреннее строение:

1 – рот; 2 – кутикулярные утолщения; 3 – пищевод;

4 – бульбус; 5 – средняя кишка; 6 – половое отверстие;

7 – матка, заполненная яйцами; 8 – яичник; 9 – анальное отверстие

После оплодотворения самцы погибают. Переполненные зрелыми яйцами самки вместе с фекалиями спускаются к анальному отверстию лошади. Они выходят из кишечника пассивно. Часть самок падают на землю и откладывают яйца на поверхность испражнений, а часть задерживаются в складках слизистой оболочки вокруг ануса. Самки по-

сле откладывания яиц погибают. Клейкая слизистая масса, в которой находятся яйца, образует сероватый налет.

Под хвостом и в области промежности через 2–3 сут яйца становятся инвазионными. Если инвазионные яйца попадают в кишечник лошади, то из них выходят микроскопические личинки и развиваются во взрослых гельминтов.

**Задание 3.** Рассмотрите препарат трихины в мясе при большом увеличении микроскопа. Обратите внимание на форму личинки на данной стадии развития.

*Зарисуйте* трихинеллу на мышечной стадии развития.

Среди биогельминтов наибольшую опасность представляет *трихинелла спиральная* (*Trichinella spiralis*), жизненный цикл которой проходит полностью в организме хозяина (рис. 30). У трихинеллы различают две стадии: кишечные трихинеллы и мышечные трихинеллы. Хозяевами трихинелл могут быть хищники, парнокопытные, в том числе свиньи, насекомоядные, ластоногие, грызуны и человек. У человека эти гельминты вызывают заболевание трихинеллез. Человек заражается в основном от свиней и редко от других, в частности диких животных, потребляя мясо, пораженное мышечными трихинеллами. В мясе зараженных свиней рассеяны небольшие овальные капсулы. В каждой капсуле находится скрученная в спираль микроскопическая трихинелла длиной около 0,5 мм.



Рис. 30. Трихинелла в мышечных волокнах

Если такое трихинеллезное мясо будет плохо термически обработано и съедено хозяином, то в его желудке под действием желу-

дочного сока капсулы растворяются и молодые трихинеллы выходят из них. Попав в тонкий отдел кишечника, трихинеллы растут и через 2–3 сут превращаются в половозрелых гельминтов. Самки достигают в длину 3–4 мм, а самцы – 1,5 мм. Черви внедряются в ткань кишечника и приступают к размножению. После спаривания самцы погибают.

Оплодотворенные самки закрепляются головным отделом в слизистой оболочке кишки. Самки живут около 2 мес, и за это время каждая дает примерно 2 тыс. личинок (трихинеллам свойственно яйцеживорождение). Личинки проникают в лимфатические сосуды стенки кишечника и затем в кровяное русло. С кровью они разносятся по всему организму и обычно попадают в мышцы. Личинки, активно двигаясь, внедряются в волокна поперечно-полосатой мускулатуры, где питаются и растут, разрушая мышечные волокна. Затем трихинеллы закручиваются в спираль и постепенно окружаются соединительно-тканной капсулой. Примерно через год в стенках капсул откладываются соли углекислого кальция и капсулы приобретают белый цвет. Так основной хозяин превращается в промежуточного.

Для человека наиболее опасна мышечная стадия развития трихинеллы. Инкапсулирование личинок сопровождается болями в мышцах. Оседание трихинелл в мышцах глаз может вызвать слепоту, а локализация их в мозге привести к смертельному исходу. Наличие личинок трихинелл в мясе свиней можно проверить в домашних условиях. Для этого с помощью острой бритвы делают тонкий срез мышцы и, поместив его между двумя стеклами, рассматривают в лупу. Если мясо заражено, то капсулы будут видны.

**Задание 4.** Заполните табл. 5.

Таблица 5. Черты сходства и различия в биологии круглых червей

Элементы сравнения	Аскарида человеческая	Острица детская	Трихинелла
Длина тела			
Количество яиц, продуцируемых самкой в сутки			
Наличие или отсутствие в пищеварительной системе бульбуса			
Размножение яйцами или отрождение живых личинок			
Относится к био- или к геогельминтам			
Развитие связано со вторичной инвазией			
Вызываемое заболевание хозяина			

## Контрольные вопросы

1. Общая характеристика первичнополостных.
2. Систематика нематод.
3. Строение аскариды.
4. Цикл развития аскариды.
5. Цикл развития детской острицы.
6. Цикл развития трихинеллы.

## Лабораторное занятие 10. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КОЛЬЧАТЫХ ЧЕРВЕЙ

**Цель лабораторного занятия:** изучить морфологические и анатомические особенности строения кольчатых червей.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты параподий nereиды, поперечный срез дождевого червя, медицинской пиявки, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство Животные** (Animalia).

**Подцарство Многоклеточные** (Metazoa).

**Тип Кольчатые черви** (Annelida).

**Класс Многощетинковые** (Polychaeta).

**Виды:** nereида (*Nereis diversicolor*);  
пескожил (*Arenicola marina*).

**Класс Малощетинковые** (Oligochaeta).

**Вид дождевой червь** (*Lumbricus terrestris*).

**Класс Пиявки** (Hirudinea).

**Отряд Хоботные пиявки** (Rhynchobdellida).

**Вид рыба пиявка** (*Piscicola geometra*).

**Отряд Бесхоботные, или Челюстные, пиявки** (Arhynchobdellida, seu Gnathobdellida).

**Вид медицинская пиявка** (*Hirudo medicinalis*).

## Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение nereиды. Изучите форму тела, туловищные сегменты, параподии, головной, туловищный и хвостовой отделы.

*Зарисуйте* внешний вид параподий nereиды. *Обозначьте*: спинной усик, лопасти спинной ветви параподии, щетинки, лопасти брюшной ветви параподии, брюшной усик, брюшную ветвь параподии, опорные щетинки.

Класс Многощетинковые – наиболее древняя и богатая (около 8 тыс. видов) группа кольчатых червей, которая дала начало другим классам данного типа. У представителей данного класса по бокам сегментов тела имеются параподии, снабженные многочисленными щетинками.

Передние сегменты полихет сливаются и образуют головной отдел, в котором расположены рот и органы чувств. Это раздельнополые животные. Развитие происходит с метаморфозом.

*Строение и жизненные отправления.* Полихеты могут быть очень мелкими, но могут достигать и довольно внушительных размеров – до 1 м и более. На головной лопасти всегда имеется пара чувствующих щупиков, которые у сидячих форм превратились в крону щупальцевидных придатков. На головной лопасти расположена пара осязательных щупалец – антенн. Форма тела вытянутая, туловище состоит из разного числа сегментов – от 5 до 800. Передвигаются полихеты с помощью параподий, образованных основной нерасчлененной частью и двумя лопастями: спинной и брюшной. В каждой лопасти есть пучок упругих и тонких щетинок.

*Покровы* у полихет, живущих на дне водоемов, представлены хорошо развитой кутикулой. У активно плавающих форм, живущих в домиках или зарывающихся в грунт, кутикула тонкая. Органы чувств хорошо развиты: на голове одна-две пары глаз, осязательные усики, обонятельные ямки и щупальца.

*Органы дыхания.* Дышат полихеты жабрами или поверхностью тела. У большинства функций дыхания берут на себя участки параподий.

*Кровеносная система* представлена спинным, брюшным, а также кольцевыми сосудами. Кровеносная система замкнута. Движение крови по телу обеспечивается сокращениями главным образом спинного сосуда. Кровь может быть окрашена в красный цвет.

*Размножение.* Основная масса многощетинковых червей – раздельнополые животные. Половой диморфизм не развит. Встречается партеногенез, а также размножение делением поперек. Большинство откладывает яйца, есть и живородящие виды. Некоторые полихеты размножаются почкованием, в результате чего могут образовываться времен-

ные разветвленные колонии. Развитие прямое или с метаморфозом. У большинства представителей из яиц выходят микроскопические плавающие личинки – трохофоры. У них несегментированное тело с рядами ресничек, первичная полость тела.

Очень немногие полихеты живут в пресных водах. Мало и паразитических форм. Большинство многощетинковых червей обитает на дне морей и океанов. Реже они живут в толще воды.

Из представителей полихет интерес представляют черви, живущие на мелководье, – *нерейды* (*Nereis*). Для улучшения кормовой базы рыб была успешно проведена акклиматизация *нерейд* (*Nereis diversicolor*) в Каспийском море, куда их завезли из Азовского (рис. 31). Многощетинковый червь *пескожил* (*Arenicola marina*) во множестве заселяет песчаные отмели, живя в заиленном песке и питаясь органикой; подобно дождевому червю он пропускает грунт через свой пищеварительный тракт.

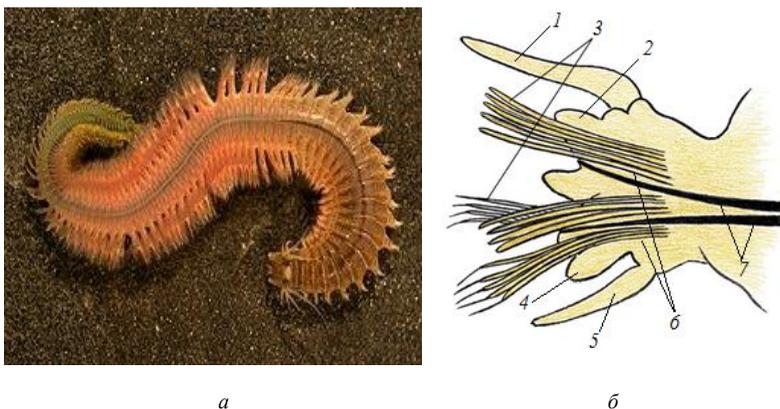


Рис. 31. Нерейда: а – внешний вид; б – строение параподии:  
 1 – спинной усик; 2 – лопасти спинной ветви параподии; 3 – щетинки;  
 4 – лопасти брюшной ветви параподии; 5 – брюшной усик; 6 – брюшная  
 ветвь параподии; 7 – опорные щетинки

**Задание 2.** Изучите на микропрепарате поперечный срез дождевого червя.

*Зарисуйте* строение тела дождевого червя. *Обозначьте:* кутикулу с эпидермисом, кольцевые мышцы, продольные мышцы, целом, брюшную нервную цепочку, брюшной кровеносный сосуд, семяприемник,

глотку, пищевод, кольцевой кровеносный сосуд, спинной кровеносный сосуд, семенники.

К классу Малощетинковые принадлежат многие водные и почвенные формы, в том числе дождевые черви. Известно более 5 тыс. видов малощетинковых червей, из которых в морских водах встречается очень небольшое их число.

Цилиндрическое и сильно вытянутое тело малощетинковых червей состоит из похожих друг на друга сегментов, число которых может колебаться от 5 до 600. На переднем конце расположено ротовое отверстие, на заднем – анальное.

В покровах червей расположено много желез, выделяющих слизь. Каждый сегмент несет пучки щетинок. У почвенных червей щетинки участвуют в передвижении. Во вторичной полости тела (целоме) находится целомическая жидкость, содержащая отдельные клетки (рис. 32).

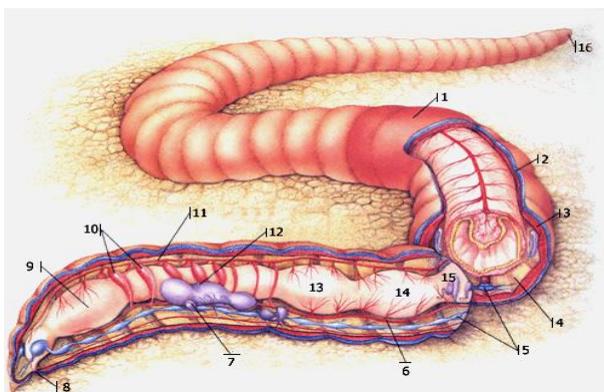


Рис. 32. Строение тела дождевого червя:

1 – кутикула с эпидермисом; 2 – кольцевые мышцы; 3 – продольные мышцы; 4 – целом; 5 – брюшная нервная цепочка; 6 – брюшной кровеносный сосуд; 7 – семяприемник; 8 – глотка; 9 – пищевод; 10 – кольцевой кровеносный сосуд; 11 – спинной кровеносный сосуд; 12 – семенники; 13 – зуб; 14 – желудок; 15 – кишечник; 16 – анальное отверстие

Нервная система представлена окологлоточным кольцом, надглоточным нервным узлом, подглоточным ганглием и брюшной нервной цепочкой. Глаза и щупальца у большинства видов отсутствуют. Органы чувств представлены чувствующими щетинками, статоцистами и обонятельными ямками.

Органы пищеварения развиты хорошо и предназначены для пропускания больших объемов органики в почвенных массах или донного грунта. Из ротовой полости пища попадает в мускулистую глотку и затем в пищевод, оттуда в зоб, мускульный желудок и кишечник. Все органы пищеварения лежат вдоль тела без изгибов. В стенках пищевода имеются три пары известковых желез, секреты которых нейтрализуют гуминовые кислоты в пище червей. В средней кишке дорсально расположена внутренняя продольная складка – тифлозоль, увеличивающая поверхность кишечника.

Кровеносная система замкнутая. Главные сосуды – брюшной и спинной. В покровах малощетинковых червей имеется густая сеть капилляров, из которых обогащенная кислородом кровь собирается в сосуд, лежащий под брюшной нервной цепочкой. У малощетинковых червей, за редким исключением, дыхательная система отсутствует. В отличие от полихет у них кольцевые сосуды в области пищевода пульсируют и называются «сердцами». Кровь содержит гемоглобин, который растворен в плазме крови (у млекопитающих гемоглобин находится в эритроцитах).

Малощетинковые черви гермафродиты, которым свойственно перекрестное оплодотворение, что и определяет сложность строения половой системы. Тело этих червей слегка уплощено и состоит из 50-250 внешне сходных сегментов. В области 32–37-го (от головной лопасти) сегментов имеется скопление одноклеточных железок, образующих кольцевидное утолщение – поясок. Эти клетки выделяют слизь для образования яйцевого кокона и белковую жидкость для питания зародышей.

В 10-м и 11-м сегментах тела дождевого червя располагаются по паре семенников. Женская половая система образована парой мелких яичников, расположенных в 13-м сегменте.

Спаривание у дождевых червей сводится к обмену спермой. В период размножения сначала все особи становятся самцами, поскольку у них развиты только семенники. Во время спаривания два червя двигаются головными концами друг к другу и соприкасаются брюшными сторонами, при этом поясок каждого червя располагается на уровне семяприемников, происходит обмен спермой. После этого черви расходятся. Затем у каждого из них на пояске, представляющем собой железистое утолщение кожи нескольких определенных сегментов, образуется муфта. Эта муфта сокращениями мускулатуры тела сдвигается к головному концу червя.

Из яиц, развивающихся в коконе, выходит сформировавшийся червячок. У низших олигохет в коконе может быть несколько яиц. У высших, как правило, одно яйцо. Помимо полового размножения у олигохет встречается и бесполое: тело червя поперечно делится на две части, недостающие части регенерируются. У дождевых червей хорошо выражена способность к регенерации, причем легко восстанавливается задний конец тела, головной отдел восстанавливается редко.

Дождевые черви живут в верхних слоях почвы. Они не уходят в нижние слои на спячку до тех пор, пока земля не промерзнет на глубину 5–6 см и не появится снежный покров. При длительной оттепели черви могут выползть даже на снег. Обычно при температуре +5 °С черви перестают питаться, освобождают кишечник и уползают в нижние слои почвы, где оцепеневают. Просыпаются они под воздействием вешних вод и теплого воздуха, проникающих к ним в норки.

**Задание 3.** Рассмотрите и изучите строение медицинской пиявки. Найдите спинную и брюшную стороны, передний и задний отделы тела, ротовую и заднюю присоски.

Пиявкам свойственно своеобразное кольчатое строение. Их тело уплощено и не имеет четко выраженного головного отдела. Наружная кольчатость пиявок не соответствует более крупной внутренней сегментации тела. Сегментация тела однородная (гомомонная). Каждому истинному сегменту соответствуют 3–5 наружных колец. Тело пиявок состоит из 30–33 сегментов. Это придает им большую гибкость и позволяет вести активный образ жизни. Щетинки на теле отсутствуют. У большинства представителей этого класса имеются присоски: передняя и задняя. Передняя присоска окружает рот. Анальное отверстие находится над задней присоской (рис. 33).

Мускулатура развита очень хорошо: кожно-мускульный мешок состоит из трех слоев мышечных волокон.

*Нервная система.* У пиявок имеется брюшная нервная цепочка. Глаза, если они есть, примитивны. В покровах располагаются чувствующие клетки и нервные окончания.

*Дыхательная система.* Дышат пиявки через покровы тела, но у некоторых видов имеются жабры.

*Пищеварительная система.* В ротовой полости у части видов имеются три присоски со множеством зубчиков (челюстные пиявки), у других пиявок есть хоботок. Органы выделения – метанефридии.

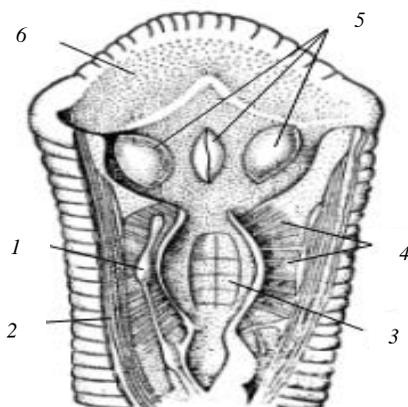


Рис. 33. Схема строения переднего конца тела медицинской пиявки:  
 1 – ганглий; 2 – продольные мышцы; 3 – глотка; 4 – мышцы глотки; 5 – челюсти;  
 6 – стенка передней присоски

*Кровеносная система* развита только у низших пиявок и частично у хоботных. У челюстных пиявок кровеносная система редуцируется, а ее роль выполняет лакунарная система целомического происхождения.

*Половая система.* Пиявки гермафродиты. Размножаются только половым путем весной около водоемов в сырых местах. Оплодотворение внутреннее и перекрестное.

**Задание 4.** Заполните табл. 6.

Таблица 6. **Черты сходства и различия в биологии многощетинковых и малощетинковых червей**

Элементы сравнения	Нереида	Дождевой червь
Составные элементы головного отдела		
Органы передвижения и их расположение		
Мышечная глотка, строение, назначение		
Функции целомической жидкости		
Раздельнополые или гермафродиты		
Развитие прямое или с метаморфозом		
Среда обитания		

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика кольчатых червей.
2. Систематика кольчатых червей.

3. Морфологические особенности многощетинковых червей на примере nereиды.

4. Строение малощетинковых червей на примере дождевого червя.

5. Морфология пиявок на примере медицинской пиявки.

6. Значение кольчатых червей в природе и жизни человека.

## **Лабораторное занятие 11. СТРОЕНИЕ РАКООБРАЗНЫХ НА ПРИМЕРЕ РЕЧНОГО РАКА**

**Цель лабораторного занятия:** изучить морфологические и анатомические особенности строения речного рака.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты дафнии, фиксированные в формалине препараты речного рака, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство** Животные (Animalia).

**Подцарство** Многоклеточные (Metazoa).

**Тип** Членистоногие (Arthropoda).

**Класс** Ракообразные (Crustacea).

**Подкласс** Жаброногие раки (Branchiopoda).

**Отряд** Листоногие (Phyllopoda).

**Вид** дафния большая (*Daphnia magna*).

**Подкласс** Высшие раки (Malacostraca).

**Отряд** Десятиногие (Decapoda).

**Вид** речной рак (*Astacus astacus*).

### **Ход занятия**

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение речного рака. Изучите размеры и форму тела, на какие сегменты оно подразделяется.

*Зарисуйте* внешний вид речного рака. Обратите внимание на фасеточные глаза, верхние и нижние челюсти. *Обозначьте:* антенны, антеннулы, клешни, фасеточные глаза, головогрудь, брюшко, хвостовой плавник, ходильные ноги.

Размеры и форма тела чрезвычайно разнообразны: от долей миллиметра (обитатели толщи воды) до метра (донные формы). Голова у ракообразных образована в результате слияния акрона и четырех передних сегментов (рис. 34, *а* и *б*).

На голове расположены две пары усиков и три пары челюстей (верхние челюсти – мандибулы и две нижние челюсти – максиллы), все они представляют собой видоизмененные конечности. Сегменты груди обычно сливаются друг с другом или с головой, образуя головогрудь. У высших раков голову и грудь сверху и по бокам закрывает хитиновый щит – карапакс, защищающий жабры.

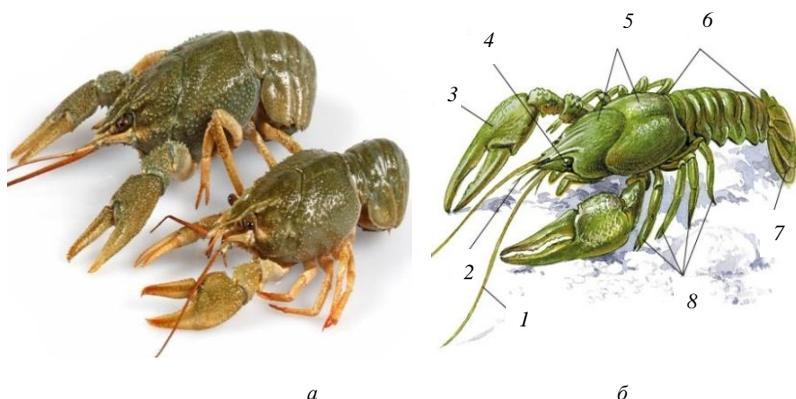


Рис. 34. Речной рак: *а* – внешний вид; *б* – внешнее строение: 1 – антенны; 2 – антеннулы; 3 – клешня; 4 – фасеточные глаза; 5 – головогрудь; 6 – брюшко; 7 – хвостовой плавник; 8 – ходильные ноги

Сегменты брюшка обычно не сливаются, а у высших раков каждый сегмент несет по паре ножек. У низших раков на брюшке ножек нет. Оно заканчивается анальной лопастью – тельсоном. У крабов брюшной отдел редуцирован.

Конечности ракообразных выполняют самые разные функции. Они служат опорой при хождении, используются для плавания, захвата и измельчения пищи, защиты, при спаривании и т. п.

**Покровы.** Наружным скелетом служит хитиновая кутикула, которая у высших раков пропитывается карбонатом кальция и превращается в прочный панцирь. У низших раков кутикула тонкая и прозрачная. Она состоит из двух слоев: внутреннего – эндокутикулы и наружного – экзокутикулы. Экзокутикула обладает высокой прочностью. Эндокутикула во время линьки растворяется и всасывается гиподермой, а экзокутикула полностью сбрасывается.

**Задание 2.** Рассмотрите внутреннее строение речного рака. Изучите кровеносную, пищеварительную, нервную и выделительную системы.

*Зарисуйте* внутреннее строение речного рака, вскрытого со спинной стороны.

*Обозначьте:* желудок, печень, кровеносный сосуд, сердце, яичник.

*Нервная система* представлена парным надглоточным узлом – головным мозгом, окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой (у низших форм она представлена в виде лестницы). От всех нервных узлов отходят периферические нервы. Органы чувств хорошо развиты: простые и сложные глаза, две пары антенн, органы равновесия. У глубоководных, сидячих и паразитических видов глаза могут отсутствовать. Органы осязания в виде чувствительных щетинок разбросаны по всему телу, но особенно их много на усиках. На первой паре антенн сосредоточены хеморецепторы, здесь же находятся статоцисты.

*Пищеварительная система.* Эктодермальная передняя кишка представлена пищеводом, переходящим в желудок, который выстлан хитином. У некоторых высших раков желудок состоит из двух отделов: жевательного и пилорического (рис. 35). В жевательном отделе происходит измельчение пищи при помощи трех выступов – зубов. Стенки пилорического отдела желудка имеют складки со щетинками для процеживания мелкоизмельченной и жидкой фракций пищи. Переваривание и всасывание измельченной пищи происходит в относительно короткой энтодермальной кишке, куда открываются протоки печени. Задняя кишка прямая, выстлана кутикулой и открывается наружу анальным отверстием.

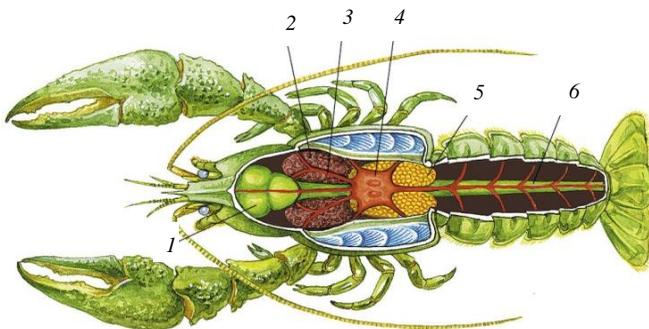


Рис. 35. Внутреннее строение (самки) речного рака: 1 – желудок; 2 – печень; 3 – кровеносный сосуд; 4 – сердце; 5 – яичник; 6 – кишка

*Органы дыхания.* Большинство ракообразных дышат кожными жабрами, которые представляют собой придатки грудных конечностей и имеют вид тонких выростов у основания ножек. Мелкие низшие раки дышат поверхностью тела. Сухопутным крабам также необходима высокая влажность воздуха.

*Органы размножения.* Большинство ракообразных раздельнополюе. Встречается половой диморфизм. У немногих сидячих форм и паразитов наблюдается гермафродитизм. Развитие происходит с метаморфозом разной степени сложности, реже развитие протекает без стадии личинки (рис. 36).

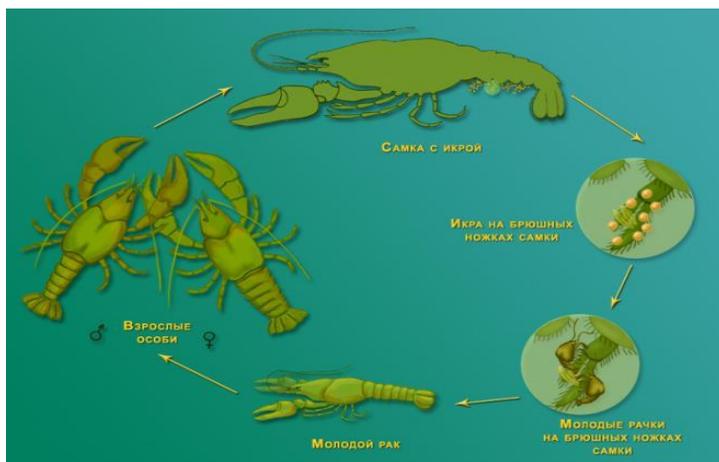


Рис. 36. Развитие речного рака

*Кровеносная система.* У высших раков кровеносная система представлена мешковидным и вытянутым вдоль спинной стороны тела сердцем, имеющим отверстия (остии), через которые из полости тела засасывается кровь (гемолимфа).

У некоторых раков кровеносная система представлена только сердцем, или кровь перемещается за счет работы мышц тела, или за счет движения кишечника. Иногда у ракообразных кровеносная система может полностью редуцироваться.

*Органы выделения.* Выводные протоки открываются у основания второй пары антенн (антеннальные железы), у основания второй пары нижних челюстей – максилл (максиллярные железы).

**Задание 3.** Объясните значение следующих терминов: антенны, антеннулы, мандибулы, максиллы, карапакс, тельсон, эндокутикула, эктокутикула, половой диморфизм, остии, гемолимфа, антеннальные железы, максиллярные железы.

**Задание 4.** Заполните табл. 7.

Таблица 7. Особенности строения речного рака

Признак	Описание
Форма тела, симметрия	
Покров, внешний скелет	
Отделы тела	
Конечности	
Внутренние органы, расположенные на головогрудии	
Внутренние органы, расположенные на брюшке	

### Контрольные вопросы

1. Систематика ракообразных.
2. Внешнее строение ракообразных на примере речного рака.
3. Строение пищеварительной системы речного рака.
4. Строение дыхательной и кровеносной систем речного рака.
5. Морфология нервной системы и органов чувств ракообразных.
6. Значение ракообразных в природе и жизни человека.

### Лабораторное занятие 12. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПАУКООБРАЗНЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить морфологические и анатомические особенности строения паукообразных.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты клеща иксодового, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство Животные** (Animalia).

**Тип Членистоногие** (Arthropoda).

**Класс Паукообразные** (Arachnida).

**Отряд Скорпионы** (Scorpiones).

**Вид пестрый скорпион** (*Buthus eupeus*).

**Отряд Пауки** (Aranei).

**Виды:** паук-крестовик (*Araneus diadematus*);  
каракурт (*Latrodectus sp.*).

**Отряд** Акариформные клещи (Acariformes).

**Вид** чесоточный зудень (*Sarcoptes scabiei*).

**Отряд** Паразитиформные клещи (Parasitiformes).

**Вид** пастбищный клещ (*Ixodes ricinus*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее и внутреннее строение паука-крестовика. Изучите форму тела, туловищные сегменты. Найдите ходильные ноги, на каком сегменте тела они находятся.

*Зарисуйте* внешний вид и внутреннее строение паука-крестовика. *Обозначьте:* педипальпы, ходильные ноги, хелицеры, головогрудь, брюшко, рот, ядовитую железу, желудок с выростами, сердце, мальпигиевы сосуды, паутинную железу, трахеи, половую железу, легкие, нервную систему.

Хелицеровые – это особая ветвь членистоногих, по своим морфологическим характеристикам обособленная от других подтипов. Для многих характерно выделение паутинных нитей из особых паутинных желез. Паутина помогает паукообразным в защите от врагов, добыче пищи, расселении и т. п.

У клещей происходит полное слияние практически всех сегментов тела: у них выделяют гнатосому и идиосому. Антенны (усики) отсутствуют. Глаза простые, от одной до восьми пар. Имеются четыре пары ходильных ног. На брюшке обычно конечностей нет, у части сухопутных видов они видоизменены в половые придатки, органы дыхания или в паутинные бородавки.

Форма тела паукообразных весьма разнообразна. Тело состоит из головогруды и брюшка. Брюшко сегментированное, реже слитное, число сегментов достигает 12, заканчивается брюшко тельсоном. У сильно расчлененных паукообразных (скорпионы, сольпуги) тело вытянутое, по мере слияния сегментов тело укорачивается и становится округлым, что характерно для большинства клещей. На головогруды располагаются хелицеры, педипальпы и четыре пары ходильных ног (рис. 37).

Хелицеры выполняют функции размельчения пищи. Вторая пара конечностей – педипальпы – служат для захвата и удержания добычи.

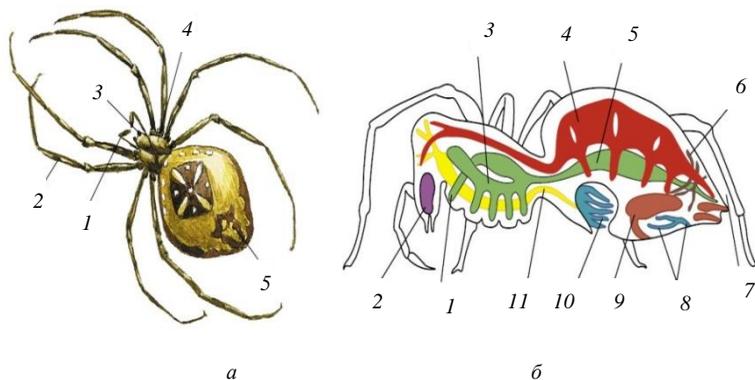


Рис. 37. Паук-крестовик: *а* – внешнее строение: 1 – педипальпы; 2 – ходильные ноги; 3 – хелицеры; 4 – головогрудь; 5 – брюшко; *б* – внутреннее строение: 1 – рот; 2 – ядовитая железа; 3 – желудок с выростами; 4 – сердце; 5 – кишка; 6 – мальпигиевы сосуды; 7 – паутиная железа; 8 – трахеи; 9 – половая железа; 10 – легкие; 11 – нервная система

Покровы тонкие, хитиновые, часто имеют многочисленные волоски. Для мелких клещей характерны тонкие покровы, позволяющие осуществлять газообмен.

*Нервная система* типична для всех членистоногих: головной мозг, окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка. У пауков и клещей узлы груди и брюшка слиты в единый нервный узел. Органы зрения развиты слабо и представлены одной – шестью парами простых глаз. Два центральных глаза у пауков способны различать не только форму, но и цвет предметов.

*Пищеварительная система* имеет особенности, связанные с характером питания. Паукообразные имеют две пары ротовых конечностей: хелицеры – челюсти и педипальпы – ногощупальца. Хелицеры состоят из основного членика и острого, загнутого крючка, который пауки вонзают в тело жертвы. Педипальпы состоят из основного членика, с которым соединен членистый щупик. У пауков в редких случаях хелицеры и педипальпы служат для раздавливания и размельчения пищи.

Многие паукообразные впрыскивают в тело жертвы пищеварительный сок и затем высасывают полупереваренное содержимое (внекишечное пищеварение).

*Кровеносная система* представлена лежащим на спинной стороне тела мускулистым сердцем, гемолимфа изливается в лакуны.

*Органы дыхания* у одних паукообразных представлены легочными мешками, у других – трахеями, у третьих – легочными мешками и трахеями одновременно (большинство пауков). У водных хелицеровых (мечехвостов) органами дыхания служат жабры. У некоторых мелких форм газообмен осуществляется через покровы тела.

*Органы выделения* представлены коксальными железами, которые открываются выделительными отверстиями у основания третьей или пятой пары ходильных ног.

Для многих сухопутных хелицеровых характерны особые органы выделения – мальпигиевы сосуды. Это особые выросты задней части средней кишки, которые извлекают из крови продукты распада и отводят их в среднюю кишку. Они в виде одной-двух пар слепых трубочек небольшого диаметра способствуют рациональному расходованию воды в организме, так как впадают в среднюю кишку, где и происходит всасывание ее излишков.

*Органы размножения.* Паукообразные – раздельнополые животные, у них хорошо выражен половой диморфизм: самцы мельче самок. Оплодотворение у сухопутных форм наружно-внутреннее (с помощью сперматофоров) или внутреннее. У водных форм хелицеровых (мечехвостов) оплодотворение наружное.

Большинство паукообразных откладывают яйца, у некоторых наблюдается живорождение. Чаще всего развитие происходит без метаморфоза и сопровождается ростом и неоднократными линьками. У клещей иногда наблюдается партеногенетическое размножение, а развитие происходит со стадией личинки.

**Задание 2.** Рассмотрите микропрепараты иксодового клеща. Изучите форму тела и конечности. Укажите, какие заболевания могут передавать иксодовые клещи.

*Семейство Иксодовые, или Пастбищные клещи (Ixodidae),* относится к подотряду Заднедыхальцевые (Metastigmata). Представлено наиболее крупными клещами, у которых длина тела после насыщения крови достигает 30 мм. Размеры голодной нимфы 2–3 мм. Это эктопаразиты в основном теплокровных животных, многие виды нападают на человека. На одной корове одновременно можно обнаружить около тысячи клещей, которые высасывают до 5 л крови. Клещи вызывают болезненное состояние животных и снижение их продуктивности. Название «пастбищные» клещи получили потому, что самки откладывают яйца непосредственно на почву (рис. 38).



Рис. 38. Внешний вид иксодовых клещей

Иксодовые клещи в основном являются теплолюбивыми паукообразными, поэтому по мере продвижения на север число их видов снижается. Иксодовые клещи передают вирус осенне-летнего (клещевого) энцефалита, возбудителей туляремии и прочих опасных заболеваний, другие виды клещей могут передавать гемоспоридиоз крупного рогатого скота, пироплазмоз, бруцеллез, сыпной тиф и другие опасные заболевания домашних и диких животных и человека.

**Задание 3.** Объясните значение следующих терминов: хелицеры, педипальпы, паутинные бородавки, тельсон, брюшная нервная цепочка, внекишечное пищеварение, мальпигиевы сосуды, половой диморфизм, партеногенетическое размножение.

**Задание 4.** Заполните табл. 8.

Таблица 8. Особенности строения паука-крестовика

Признак	Описание
Форма тела, симметрия	
Покровы	
Отделы тела	
Конечности	
Внутренние органы, расположенные на головогрудь	
Внутренние органы, расположенные на брюшке	

## Контрольные вопросы

1. Общая характеристика и систематика паукообразных.
2. Внешняя морфология и строение покровов тела паукообразных.
3. Внутреннее строение арахнид на примере паука-крестовика.
4. Особенности морфологии клещей.
5. Клещи как паразиты животных и человека.

## Лабораторное занятие 13. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НАСЕКОМЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности строения представителей класса Насекомые, их размножения и развития.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты ротовых аппаратов: бабочки, пчелы, слепня, комнатной мухи, черного таракана, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Царство Животные (Animalia).**

**Подцарство Многоклеточные (Metazoa).**

**Тип Членистоногие (Arthropoda).**

**Надкласс Насекомые (Insecta, s. Hexapoda)**

**Класс Крылатые (Pterygota).**

**Отряд Прямокрылые (Orthoptera).**

**Вид саранча перелетная (*Locusta migratoria*).**

**Отряд Тараканы (Blattoptera).**

**Вид таракан рыжий (*Blattella germanica*).**

**Отряд Стрекозы (Odonoptera).**

**Вид стрекоза-коромысло (*Aeschna grandis*).**

**Отряд Равнокрылые (Homoptera).**

**Вид тля кровяная (*Eriosoma lanigerum*).**

**Отряд Клещи (Hemiptera).**

**Вид клоп постельный (*Cimex lectularius*).**

**Отряд Вши (Siphunculata).**

**Вид вошь свиная (*Haematopinus suis*).**

**Отряд Бабочки (Lepidoptera).**

**Вид белянка капустная (*Pieris brassica*).**

**Отряд Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera).**

**Вид жук майский (*Melolontha melolontha*).**

**Отряд Блохи (Siphonoptera).**

**Вид блоха человеческая (*Pulex irritans*).**

**Отряд** Перепончатокрылые (Hymenoptera).

**Вид** пчела медоносная (*Apis mellifera*).

**Отряд** Двукрылые (Diptera).

**Вид** комар малярийный (*Anopheles maculipennis*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение жука-олени. Изучите основные типы ротовых аппаратов насекомых.

*Зарисуйте* строение ротовых аппаратов насекомых и внешнее строение жука-олени. *Обозначьте:* голову, глаз, усик, верхнюю губу, верхнюю челюсть, нижнюю челюсть, нижнюю губу, щупик, грудь, переднегрудь, среднегрудь, заднегрудь, брюшко, переднее крыло, заднее крыло, ноги, тазик, вертлуг, бедро, голень, лапку.

Размеры тела, строение придатков отделов тела и окраска насекомых чрезвычайно разнообразны. Ротовые части представлены парой верхних челюстей (мандибулами), парой нижних челюстей (максиллами) и нижней губой, которая образована в результате срастания второй пары нижних челюстей. Строение ротового аппарата у насекомых различных систематических групп существенно варьирует, что обусловлено разнообразием в способах питания. Можно выделить пять основных типов ротовых аппаратов: грызущий, грызуще-лижущий, колюще-сосущий, сосущий и лижущий (рис. 39).

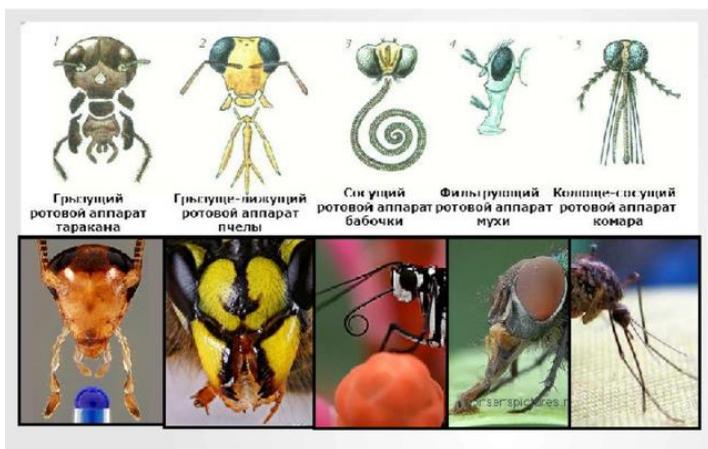


Рис. 39. Ротовые аппараты насекомых

Грудь насекомых состоит из передне-, средне- и заднегруди (рис. 40). К каждому сегменту груди причленяются по паре ног – всего шесть ножек.

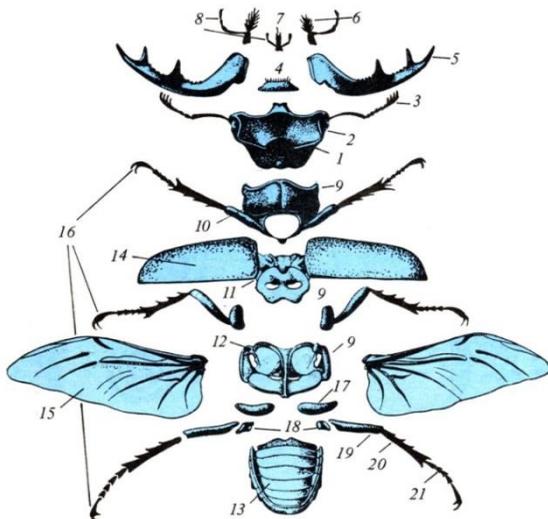


Рис. 40. Жук-олень (внешнее строение): 1 – голова; 2 – глаз; 3 – усик; 4 – верхняя губа; 5 – верхняя челюсть; 6 – нижняя челюсть; 7 – нижняя губа; 8 – щупик; 9 – грудь; 10 – переднегрудь; 11 – среднегрудь; 12 – заднегрудь; 13 – брюшко; 14 – переднее крыло; 15 – заднее крыло; 16 – ноги; 17 – тазик; 18 – вертлуг; 19 – бедро; 20 – голень; 21 – лапка

У некоторых насекомых ротовой аппарат редуцирован (поденки). Питаются поденки только на личиночной стадии.

Ноги насекомых чрезвычайно разнообразны по своему строению, что зависит от образа жизни и способа передвижения. Различают несколько типов ног, которые соответствуют характеру движения насекомых: бегательные, прыгательные, собирательные, копательные, плавательные, присасывательные и хватательные. В зависимости от выполняемой функции каждый тип конечностей характеризуется особенностями морфологии.

Брюшко насекомых состоит из 6–10 сегментов. У взрослых насекомых конечностей на брюшке нет, но у некоторых представителей в

личиночной стадии на сегментах брюшка расположено несколько пар нечленистых ложноножек.

Покровы представлены однослойной гиподермой, выделяющей снаружи кутикулу. Кутикула состоит из трех слоев: эпи-, экзо- и эндокутикулы.

В гиподерме насекомых находится много разнообразных желез: восковые (пчелы), пахучие (клопы), ядовитые (гусеницы). Слюнные и паутинные железы также имеют кожное происхождение.

В гиподерме и кутикуле насекомых могут содержаться различные пигменты (меланины), окраска которых варьирует от желтых до черных тонов. Окраска насекомых выполняет не только защитные функции, но и несет разнообразную информацию: она предостерегает, обманывает, призывает полового партнера и т. п.

*Нервная система* построена по типу брюшной нервной цепочки.

*Органы чувств* у большинства насекомых характеризуются сложностью строения. Они достигают высокого уровня развития: возможности их чувствующего (сенсорного) аппарата нередко превосходят таковые у высших позвоночных животных и человека. Для многих насекомых свойственно восприятие цвета (бабочки, пчелы и муравьи). Пчелы, например, различают четыре цвета. Простые глазки имеются не у всех насекомых. У пчел и муравьев их три и они размещены на темени. Простые глазки дополняют зрительную функцию сложных глаз, информируя о степени освещенности. Это определяет суточную активность насекомых.

*Мускулатура* насекомых представлена поперечнополосатыми мышечными волокнами, приводящими в движение участки тела и его придатки. Интенсивность работы и относительная сила мышц насекомых обусловлены высокой в них скоростью обменных процессов, обеспеченных трахейным дыханием.

*Пищеварительная система.* Передний отдел кишечника эктодермального происхождения представлен ротовой полостью, в которую открываются протоки одной-двух пар слюнных желез кожного происхождения, глоткой и пищеводом. В конце пищевода нередко образуется расширение – зоб, где накапливается пища. У многих насекомых передний отдел кишечника заканчивается желудком, в котором пища перетирается.

Строение переднего отдела кишечника может сильно варьировать в зависимости от типа питания насекомых.

В энтодермальном среднем отделе кишечника происходит переваривание и всасывание питательных веществ, поступивших с пищей. Для увеличения поверхности кишечника в нем могут быть слепые выросты – пилорические придатки.

Задняя кишка может быть дифференцирована на тонкую, толстую и прямую кишки. В стенках прямой кишки расположены ректальные железы, выполняющие функции всасывания воды из экскрементов перед выходом их из анального отверстия.

*Кровеносная система* незамкнутая. Гемолимфа, свободно циркулирующая в полости тела, омывает все органы. Сердце расположено на спинной стороне тела и имеет вид мускулистой многокамерной трубочки, замкнутой на одном конце.

*Органы дыхания* в основном представлены глубокими впячиваниями покровов – трахеями, в которые воздух поступает через специальные отверстия по бокам тела – дыхальца, или стигмы. Обычно число дыхалец колеблется от одной до десяти пар.

Личинки некоторых насекомых, живущих в воде (стрекозы, поденки), дышат трахейными жабрами.

*Органами выделения* служат мальпигиевы сосуды, транспортирующие в заднюю кишку в основном кристаллы мочевой кислоты.

*Органы размножения.* Насекомые раздельнополые, и часто у них хорошо выражен половой диморфизм (по окраске, дополнительным выростам, наличию крыльев и т. д.).

**Задание 2.** Изучите индивидуальное развитие насекомых в постэмбриональный период. Укажите, какие типы характерны для них.

*Развитие насекомых.* Онтогенез (индивидуальное развитие) насекомых складывается из эмбрионального и постэмбрионального развития. Эмбриональный период начинается после оплодотворения яйцеклетки спермотозоидом. Яйца насекомых чрезвычайно разнообразны по форме, которая нередко обусловлена средой, в которой они развиваются. Насекомые откладывают яйца группами (колорадский жук) и поодиночке. Кладки яиц могут быть открытыми (белянка) и закрытыми (саранчовые). Некоторые насекомые откладывают яйца в яйцевые капсулы – оотеки (тараканы).

В период постэмбрионального развития увеличиваются масса и размеры насекомого, что сопровождается последовательными линьками и прохождением качественно различных фаз. Число линек колеблется от 3–4 до 30, но в среднем составляет 5–6.

Запрограммированное изменение в морфологии развития от личинки до взрослого насекомого носят название «метаморфоз». Выделяют три основных типа (рис. 41) постэмбрионального развития насекомых: прямое развитие без метаморфоза, развитие с неполным превращением и развитие с полным превращением.

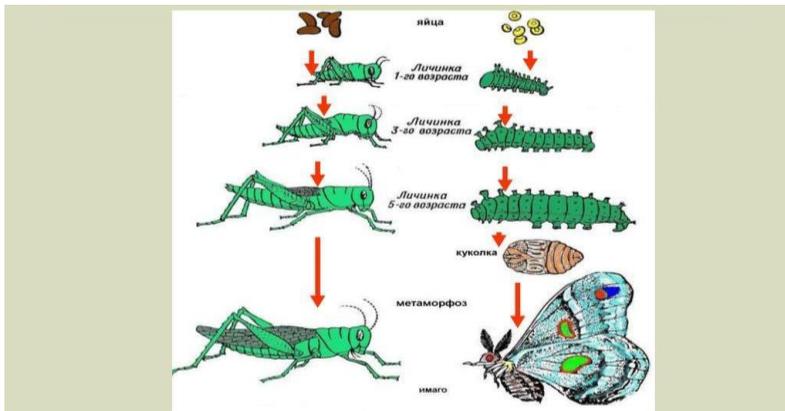


Рис. 41. Основные типы постэмбрионального развития насекомых

Прямое развитие (аметаморфоз) происходит лишь у первичнобескрылых насекомых (двухвостки, чешуйницы, коллемболы). При прямом развитии из яйца выходит личинка, внешне похожая на взрослое насекомое, но меньших размеров, с другими пропорциями тела и недоразвитыми половыми органами. У насекомых с прямым развитием линьки продолжают и у взрослых особей.

Неполное превращение (гемиметаморфоз) часто называют развитием с постепенным метаморфозом. Такое развитие характерно для многих крылатых насекомых (тараканы, прямокрылые, цикады, клопы и др.). При неполном метаморфозе из яйца выходит личинка, внешне похожая на взрослое насекомое, но меньшей величины, с зачаточными крыльями и неразвитыми половыми органами. Такие личинки носят название «нимфы». По мере развития нимфы несколько раз линяют, и с каждой линькой крылья у них увеличиваются.

Развитие с полным превращением (голометаморфоз) протекает по следующей схеме: яйцо – личинка – куколка – имаго. Такое развитие свойственно жукам, перепончатокрылым, двукрылым, ручейникам и сетчатокрылым.

**Задание 3.** Объясните значение следующих терминов: мандибулы, максиллы, кутикула, пигмент, зуб, пилорические придатки, дыхальца, мальпигиевы сосуды, метаморфоз, нимфа, имаго.

**Задание 4.** Заполните табл. 9.

Таблица 9. Особенности строения и развития насекомых

Признак	Пчела медоносная	Белянка капустная	Таракан рыжий
Форма тела			
Покровы			
Отделы тела			
Конечности			
Тип ротового аппарата			
Тип постэмбрионального развития			
Значение в природе			

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика насекомых.
2. Внешнее строение и покровы насекомых.
3. Строение пищеварительной, кровеносной и дыхательной систем насекомых.
4. Строение нервной, выделительной систем и органов чувств насекомых.
5. Строение половой системы и развитие насекомых.
6. Значение насекомых в природе и жизни человека.
7. Систематика насекомых.
8. Характеристика основных отрядов насекомых.

### Лабораторное занятие 14. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МОЛЛЮСКОВ И ИГЛОКОЖИХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить морфологические и анатомические особенности строения представителей типа моллюски и типа иглокожие.

**Материалы и оборудование:** микроскоп для морфологических исследований, микропрепараты терки прудовика обыкновенного, фиксированные в формалине препараты виноградной улитки, демонстрационный фото- и видеоматериал, справочный материал.

**Тип** Моллюски (Mollusca).  
**Класс** Брюхоногие моллюски (Gastropoda).  
**Отряд** Стебельчатоглазые (Stylommatophora).  
**Вид** улитка виноградная (*Helix pomatia*).  
**Класс** Двустворчатые моллюски (Bivalvia).  
**Отряд** Униониды (Unionida).  
**Вид** беззубка (*Anodonta cygnea*).  
**Класс** Головоногие моллюски (Cephalopoda).  
**Отряд** Кальмары (Teuthida).  
**Вид** кальмар тихоокеанский (*Todarodes pacificus*).  
**Тип** Иглокожие (Echinodermata).  
**Класс** Морские звезды (Asteroidea).  
**Вид** звезда красная морская (*Asterias rubens*).  
**Класс** Морские ежи (Echinoidea).  
**Вид** еж северный морской (*Strongylocentrotus droebachiensis*).  
**Класс** Змеехвостки, или Офиуры (Ophiuroidea).  
**Вид** офиура голова Горгоны (*Gorgonocephalus sp.*).  
**Класс** Морские огурцы, или Голотурии (Holothuroidea).  
**Вид** трепанг дальневосточный (*Stichopus japonicus*).  
**Класс** Морские лилии (Crinoidea).  
**Вид** гелиометра ледовая (*Heliometra glacialis*).

### **Ход занятия**

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее и внутреннее строение виноградной улитки. Изучите форму тела, размеры, способ передвижения и питания.

*Зарисуйте* внешний вид и внутреннее строение виноградной улитки. *Обозначьте:* язык с теркой, глотку, пищевод, желудок, кровеносные сосуды, сердце, яйцевод, кишечник, печень, анальное отверстие, нервную систему.

У брюхоногих моллюсков, или улиток, нога имеет широкую подошву, такая нога используется этими моллюсками для ползания. При наличии раковины последняя спирально завита, что придает телу моллюска асимметричную форму. Голова имеет одну-две пары щупалец, у многих хорошо развиты глаза. Дышат брюхоногие моллюски жабрами или легкими. Первично брюхоногие моллюски – обитатели моря, но некоторые из них в процессе эволюции приспособились к жизни в пресных водое-

мах и на суше. Имеются пресноводные моллюски (прудовики, катушки), которые вторично перешли к водному образу жизни: живя в воде, они дышат кислородом воздуха. Немногие из них ведут паразитический образ жизни. Размеры улиток варьируют от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров.

*Органы пищеварения.* Брюхоногие моллюски питаются растительной пищей, детритом или являются хищниками. Ротовое отверстие расположено на нижней стороне головы и ведет в глотку, которая имеет роговые челюсти и мускулистый валик – язык с теркой (радулой), имеющей вид пластинки с мелкими зубчиками (рис. 42). С ее помощью моллюск отделяет частицы пищи или субстрата. В глотку впадают протоки слюнных желез. У некоторых хищных форм в слюне содержится серная кислота, с помощью которой моллюски растворяют раковины или панцири своих жертв – других моллюсков и иглокожих. Из глотки пища попадает в пищевод и затем в желудок, в который открываются протоки печени. Из желудка пищевая масса поступает в кишечник: сначала в среднюю и затем в заднюю кишку.

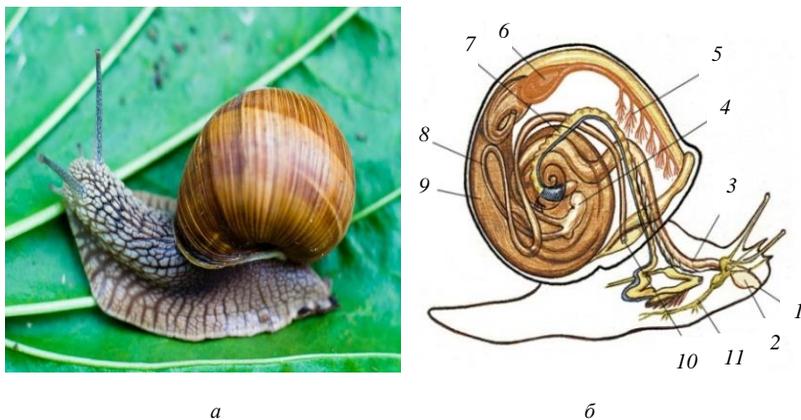


Рис. 42. Виноградная улитка: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение:  
 1 – язык с теркой; 2 – глотка; 3 – пищевод; 4 – желудок;  
 5 – кровеносные сосуды в легком; 6 – сердце; 7 – яйцевод; 8 – кишечник;  
 9 – печень; 10 – анальное отверстие; 11 – нервная система

*Органы дыхания* – жабры и легкие. Жабрами дышат все морские и часть пресноводных видов. Наземные и вторичноводные (вынуждены

периодически подниматься и набирать воздух в легкое) относятся к легочным моллюскам. Легкие моллюсков – это видоизмененная мантийная полость, стенки которой пронизаны сетью кровеносных сосудов. Воздух поступает в легкое через особое дыхальце, которое при погружении моллюска в воду закрывается. У моллюсков имеется и кожное дыхание.

*Кровеносная система* незамкнутая, ее образуют сердце, находящееся в окологердечной сумке, сосуды и лакуны. Кровь обычно бесцветна и содержит амебоциты. В окологердечную сумку открываются воронки двух почек, мочеточники выводят мочу в мантийную полость сбоку от анального отверстия.

*Органы размножения.* Большинство морских брюхоногих моллюсков раздельнополые, а наземные и многие пресноводные – гермафродиты. Половые железы непарные. Оплодотворение яйцеклеток осуществляется в материнском организме. У гермафродитов половая система устроена сложно. Так, у виноградной улитки имеется гермафродитная железа, вырабатывающая яйцеклетки и спермин. Спаривание сводится к обмену спермой. Развитие протекает без стадии личинки (прямое) или с метаморфозом, реже наблюдается живорождение.

**Задание 2.** Изучите строение двусторчатых моллюсков. Укажите, какую роль они играют в водоеме.

*Зарисуйте* внутреннее строение беззубки. *Обозначьте:* переднюю и заднюю мышцы, желудок, пищеварительную железу, перикардальную сумку, почку, выводной сифон, вводной сифон, жабры, мантию, ротовые лопасти.

Двустороннесимметричное тело этих животных состоит из туловища и ноги, имеющей клиновидную форму. С помощью ноги моллюски передвигаются: они высовывают ногу из раковины, зарывают ее в грунт дна водоема, а затем подтягивают к ней тело. У неподвижных видов нога в разной степени редуцирована.

Мантия в виде двух складок свешивается с боков тела. Между телом и мантией образуется мантийная полость, в которой расположены жабры и нога, в нее открываются задняя кишка, мочевые и половые протоки (рис. 43).

Раковина имеет три слоя: органический, фарфоровидный (из углекислого кальция) и перламутровый.

*Нервная система* состоит из трех пар нервных ганглиев, расположенных над глоткой, в ноге и в задней части туловища и связанных

комиссурами. Органы чувств развиты слабо. В покровах разбросаны чувствующие клетки, на жабрах есть хеморецепторы, в ноге расположены органы равновесия –статоцисты. У некоторых видов по краям мантии размещены многочисленные глазки. Головные щупальца и глаза отсутствуют.

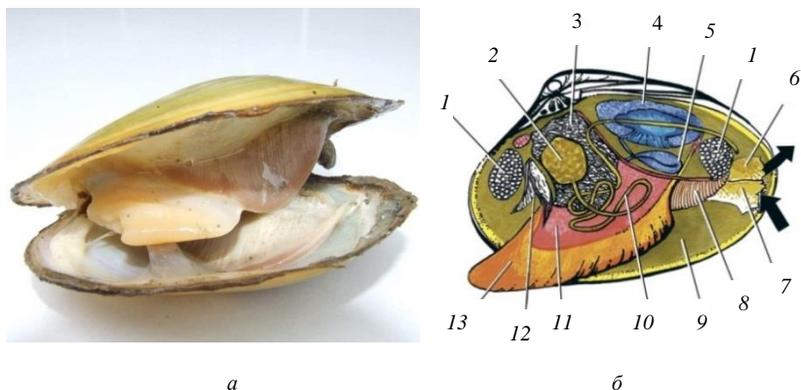


Рис. 43. Вскрытая беззубка: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: 1 – передняя и задняя мышцы; 2 – желудок; 3 – пищеварительная железа; 4 – перикардиальная сумка; 5 – почка; 6 – выводной сифон; 7 – вводной сифон; 8 – жабры; 9 – мантия; 10 – кишка; 11 – половая железа; 12 – ротовые лопасти; 13 – нога

*Органы пищеварения.* Над основанием ноги на переднем конце тела расположено ротовое отверстие, по бокам которого имеются две лопасти с мерцательным эпителием, реснички которого гонят пищевые частички ко рту. Через короткий пищевод пища попадает в небольшой желудок, куда открываются протоки печени. Глотка, терка и слюнные железы из-за редукции головы у двустворчатых моллюсков отсутствуют.

Из желудка пища поступает в кишку, которая образует несколько петель, и затем через околосоленную сумку и желудочек сердца проходит назад и открывается анальным отверстием в выводной (клоакальный) сифон, откуда с током воды экскременты выбрасываются наружу.

*Кровеносная система* не замкнутая. Она представлена сердцем с одним желудочком и двумя предсердиями. Сердце лежит на спинной

стороне в околосердечной сумке. От желудочка берут начало два мощных сосуда: передняя и задняя аорты.

*Органы выделения* представлены двумя почками, которые лежат под сердцем. Каждая почка начинается выстланной мерцательным эпителием воронкой в околосердечной сумке. Мочеточники открываются в мантийную полость.

*Органы размножения.* Большинство двустворчатых моллюсков раздельнополы. Половые железы парные, а их протоки открываются в мантийную полость. Оплодотворение яйцеклеток наружное. Развитие у большого числа видов происходит с метаморфозом.

Двустворчатые моллюски выполняют и очистительные функции в водоемах. В среднем один моллюск пропускает за 1 ч около 1 л воды. Перловицы и беззубки являются действующими биофильтраторами. В этом отношении они представляют большую ценность.

**Задание 3.** Изучите строение головоногих моллюсков. Обратите внимание на сходство и различия в строении с двумя предыдущими классами.

*Покровы* представлены однослойным эпителием и слоем соединительной ткани под ним. Головоногие моллюски способны к быстрой и резкой смене своей окраски, что обуславливается наличием в соединительнотканном слое кожи многочисленных пигментных клеток – хроматофоров. Механизм смены окраски контролируется нервной системой, получающей информацию по зрительным нервам (рис. 44).



Рис. 44. Головоногий моллюск – осьминог

*Нервная система* головоногих моллюсков устроена наиболее сложно. Нервные ганглии образуют крупное окологлоточное скопление – мозг, заключенный в хрящевую капсулу.

*Органы чувств* хорошо развиты. Глаза по своему строению напоминают глаза млекопитающих (пример конвергенции между беспозвоночными и позвоночными животными).

*Органы пищеварения* также сложно устроены и несут черты специализации к питанию животной пищей. Ротовое отверстие, лежащее в центре венца щупалец, ведет в мускулистую глотку, в которой находится язык с теркой. Пища сначала разгрызается роговыми челюстями, а затем обильно смачивается слюной и перетирается теркой. Длинный пищевод может иметь расширение – зоб. Из пищевода пища попадает в мускулистый энтодермальный желудок, имеющий слепой мешковидный отросток. От желудка отходит тонкая кишка, переходящая в заднюю кишку, оканчивающуюся анальным отверстием в мантийной полости.

*Органы дыхания* – жабры, расположенные в мантийной полости симметрично по бокам туловища.

*Кровеносная система* представлена сердцем с одним желудочком и двумя или четырьмя предсердиями (по числу жабр). Кровь движется за счет сокращений сердца, а также за счет пульсации участков сосудов.

*Выделительная система* состоит из двух или четырех почек, берущих начало отверстиями в целоме (околосердечной сумке). Конечные продукты обмена поступают из жаберных вен и околосердечной сумки и выделяются в мантийную полость рядом с анальным отверстием.

*Половая система.* Головоногие моллюски – раздельнополые животные, у которых часто хорошо выражен половой диморфизм.

**Задание 4.** Объясните значение следующих терминов: радула, мантия, мантийная полость, биофильтрация,статоцисты, вводной сифон, выводной сифон, целом, гермафродитная железа, перекрестное оплодотворение.

**Задание 5.** Изучите строение морской звезды, одного из представителей типа Иглокожие. Укажите, какую функцию выполняет амбулакральная система.

*Зарисуйте* внешний вид и внутреннее строение морской звезды. *Обозначьте:* амбулакральные пластинки, маргинальные пластинки, печеночные мешки, гонады, оральный и аборальный отделы желудка, ректальные железы, кусочек спинной стенки тела с анальным отвер-

стием, каменистый канал, мускулы-ретракторы желудка, участок кожи с мадрепоровой пластинкой, половой столон, половой проток, заднюю кишку.

Форма тела иглокожих весьма разнообразна, что отражают их названия: морские огурцы, морские ежи, морские звезды и лилии. В соединительнотканном слое кожи иглокожих развивается скелет из известковых пластинок с торчащими на поверхности тела шипами, иглами и т. п. Скелет служит защитой и опорой для организма. Вторичная полость тела (целом), где расположены внутренние органы, заполнена целомической жидкостью и выполняет транспортные и опорные функции. За счет целома образуется амбулакральная система органов движения.

В наружном слое кожи имеются пигментные, железистые и чувствительные клетки. В соединительнотканном слое кожи образуется внутренний известковый скелет мезодермального происхождения. У морских звезд скелет имеет вид известковых пластинок, расположенных рядами; у морских ежей скелет представлен известковым панцирем из радиально расположенных парных рядов пластинок.

*Нервная система* примитивна и имеет радиальное строение. От окологлоточного нервного кольца отходят радиальные нервные тяжи, число которых соответствует числу лучей.

*Пищеварительная система.* Иглокожие характеризуются широким спектром типов питания: зоофаги, фитофаги, детритофаги и сестонофаги (питаются оседающими отмершими организмами и частично планктоном). Это обусловило разнообразие морфофункциональных особенностей пищеварительной системы. У большинства иглокожих кишечник состоит из трех отделов. Ротовое отверстие расположено посередине нижней поверхности тела и ведет в короткий пищевод. За пищеводом следуют средняя кишка (желудок) и короткая задняя кишка, анальное отверстие имеется не всегда.

*Амбулакральная система* предназначена в основном для передвижения иглокожих и уникальна среди животного мира по своему строению. Система состоит из околоротового канала и отходящих от него радиальных каналов (рис. 45). Амбулакральная система заполнена полостной жидкостью, состав которой близок к морской воде. Жидкость вгоняется в радиальный канал луча.

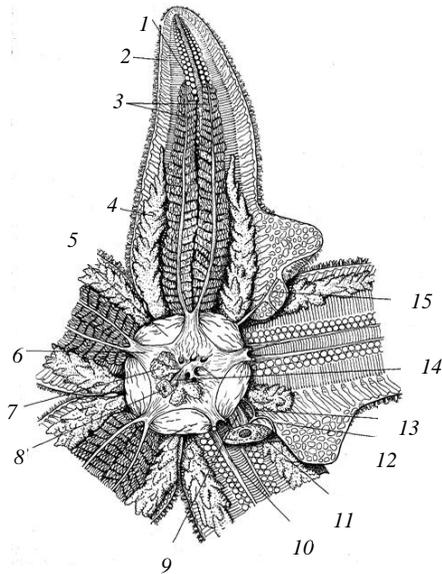


Рис. 45. Вскрытая морская звезда:

- 1 – амбулакральные пластинки; 2 – маргинальные пластинки;  
 3 – печеночные мешки; 4 – гонады; 5, 6 – оральный и аборальный отделы желудка;  
 7 – ректальные железы; 8 – кусочек спинной стенки тела с анальным отверстием;  
 9 – каменистый канал; 10 – мускулы-ретракторы желудка; 11 – участок кожи  
 с madreporовой пластинкой; 12 – стенка осевого синуса; 13 – половой столон;  
 14 – половой проток; 15 – задняя кишка

**Задание 6.** Изучите представителей следующих классов: Морские ежи, Голотурии, Морские лилии. Укажите, какие особенности в строении имеют эти животные.

Морские ежи – это малоподвижные донные иглокожие, как правило, шаровидной или уплощенной формы. У большинства хорошо развит скелет в виде сплошного панциря из плотно соединенных известковых пластинок. Ежи покрыты многочисленными иглами, которые подвижно прилегают к телу, и имеют амбулакральные ножки с присосками. Некоторые виды передвигаются на иглах (рис. 46).

Большинство ежей питаются растительной пищей, но есть много и зоофагов. Рот, расположенный на нижней стороне тела, вооружен особым жевательным аппаратом с пятью выступающими зубами – аристотелев фонарь. Кишечник заканчивается анальным отверстием на

вершине тела. Иглы, покрывающие тело ежей, наряду с защитными функциями иногда принимают участие в передвижении (как ходули). Среди обыкновенных игл разбросаны иглы-щипчики (педицеллярии), предназначенные для очистки тела от экскрементов. Некоторые щипчики выполняют защитную роль, так как имеют ядовитые железы.



Рис. 46. Морской еж

Голотурии, или морские огурцы, или морские кубышки, имеют мешковидное тело, у некоторых видов оно червеобразной формы с венчиком ветвистых щупалец вокруг рта, расположенного на переднем конце. Вдоль тела тянутся пять полос амбулакральных ножек с присосками. В основном это донные животные, но встречаются роющие и плавающие виды (рис. 47).



Рис. 47. Голотурии

Голотурии раздельнополые, но встречаются гермафродиты, которые функционируют и как самцы, и как самки. Развитие с метаморфозом. Личинки голотурий выполняют расселительную функцию.

Морские лилии, ведущие постоянно или временно прикрепленный к субстрату образ жизни. Пищу они захватывают из толщи воды с помощью обращенного вверх рта. Это наиболее древняя группа иглокожих, насчитывающая 540 современных видов (рис. 48).



Рис. 48. Морские лилии

Морские лилии по форме и окраске напоминают цветы. Встречаются стебельчатые и бесстебельчатые формы. Тело их обращено оральной стороной вверх, на этой стороне расположены ротовое и анальное отверстия. Амбулакральные ножки лишены присосок и выполняют функции дыхания, осязания и передачи пищи ко рту. Большинство лилий десятирукие – с пятью раздвоенными у самого основания лучами, отходящими от тела (чашечки).

**Задание 7.** Объясните значение следующих терминов: амбулакральная система, целом, целомическая жидкость, лакуны, аристотелев фонарь, педицеллярии, кювьерова железа, пиннулы, амбулакральная бороздка.

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика и систематика моллюсков.
2. Внутреннее строение виноградной улитки.
3. Внутреннее строение беззубки.
4. Особенности морфологии головоногих моллюсков.
5. Особенности строения морских звезд.

## Лабораторное занятие 15. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛИЧИНОЧНО-ХОРДОВЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения личиночно-хордовых на примере асцидий.

**Материалы и оборудование:** влажные препараты асцидии, микроскопы, строение асцидии, схема строения личинки асцидии, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Личиночно-хордовые (Urochordata).

**Класс** Асцидии (Ascidiae).

**Класс** Аппендикулярии (Appendiculariae).

**Класс** Сальпы (Salpae).

### Ход занятия

**Задание 1.** На постоянном микропрепарате рассмотрите строение асцидии. Обратите внимание на размеры и форму тела, ротовой и клоакальный сифоны, тунику, мантию, почкородные столоны у личиночно-хордовых.

*Зарисуйте* внешнее и внутреннее строение асцидии. *Обозначьте:* полость ротового сифона, полость клоакального сифона, тунику, полость глотки, околожаберную полость, желудок, анальное отверстие, семенник, яичник, протоки половых желез, сердце, нервный узел.

Асцидии – самая многочисленная группа личиночно-хордовых. Это примитивные хордовые животные, которые на личиночной стадии развития имеют все характерные для типа черты строения.

При переходе во взрослое состояние они утрачивают хорду, центральная нервная система из нервной трубки превращается в компактный нервный узел (лишь аппендикулярии сохраняют хорду и нервную трубку в течение всей жизни). Упрощение организма с возрастом у этих животных связано с переходом от подвижного существования личинки к неподвижному – во взрослых особей (регрессивный метаморфоз).

Большинство асцидий обитает на дне морей, прирастая к камням и другим подводным предметам. Некоторые образуют колонии, пассивно плавающие в водах океана. Тело асцидий гладкое или бугристое. На верхнем конце его выдается короткий ротовой сифон с ротовым отверстием, у некоторых видов оно окружено щупальцами. Сбоку от

ротового сифона расположен выводной (клоакальный) сифон. При раздражении тело асцидий может сжиматься, а сифоны – втягиваться (рис. 49, а).

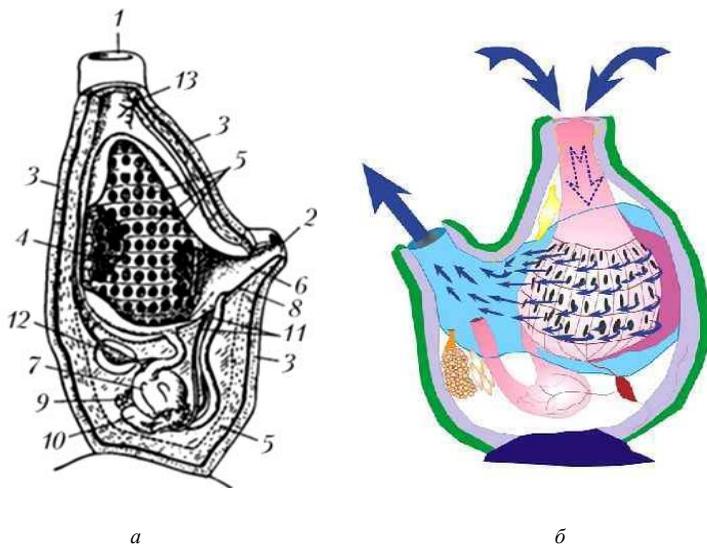


Рис. 49. Строение асцидии: а – внутреннее строение асцидии:

- 1 – полость ротового сифона; 2 – полость клоакального сифона; 3 – туника;  
 4 – полость глотки; 5 – жаберные щели; 6 – околожаберная полость; 7 – желудок;  
 8 – анальное отверстие; 9 – семенник; 10 – яичник; 11 – протоки половых желез;  
 12 – сердце; 13 – нервный узел; б – движение воды через асцидию

*Покровы* своеобразны. Снаружи тело асцидий одето толстой плотной оболочкой – туникой. Туника нередко имеет яркую окраску.

*Скелет* у взрослых особей редуцируется.

*Нервная система* состоит из лишённого полости ганглия, лежащего между сифонами, и отходящих от него нервов.

*Пищеварительная система* начинается ротовым сифоном, ведущим в обширную глотку, стенки которой пронизаны многочисленными мелкими отверстиями – жаберными щелями. Через жаберные щели вода поступает в околожаберную полость и выводится наружу через клоакальный сифон. Ток воды через глотку вызывается колебаниями особой вибрирующей пластинки, расположенной в глотке, и движением ресничек мерцательного эпителия, выстилающего глотку.

Вместе с водой в глотку попадают различные пищевые частицы, которые оседают на ее дно, где имеется эндостиль (как у ланцетника). Далее пища следует в пищевод, затем в мешковидный желудок и далее в короткую кишку, открывающуюся в околожаберную полость. Непереваренные остатки пищи с током воды выносятся через клоакальный сифон наружу (рис. 49, б).

*Кровеносная система* незамкнутая. От мешковидного сердца отходят два сосуда, один из которых (жаберный) ветвится в межжаберных перегородках глотки, где и происходит газообмен, другой (кишечный) – идет к внутренним органам. Из этих сосудов кровь изливается в полости между органами, омывая их. Сердце работает маятниковобразно – вначале гонит кровь по жаберному сосуду, затем в обратном направлении к внутренним органам.

*Органы выделения* у асцидий отсутствуют.

*Органы размножения.* Асцидии – гермафродиты, но самооплодотворения у них не происходит, так как яйцеклетки и спермин созревают в разное время.

**Задание 2.** Рассмотрите строение личинки асцидии на примере схемы. Обратите внимание на форму тела, длинный хвост, нервную трубку, хорду, желудок, сердце и жаберные отверстия у личиночно-хордовых.

Работы знаменитого русского эмбриолога А. О. Ковалевского показали, что из яиц асцидий выходят микроскопически малые подвижные личинки. Их округлое тело заканчивается длинным, сжатым с боков хвостом. Внутри хвоста тянется хорошо развитая хорда типичного строения. Над хордой лежит нервная трубка, несколько расширяющаяся в передней части. Глотка личинки пронизана жаберными щелями. Следовательно, личинкам асцидий присущи все типичные признаки хордовых животных. Подвижная личинка вскоре прикрепляется передним концом к подводному камню и претерпевает регрессивные превращения (рис. 50). Хвост с находящейся в нем хордой и большей частью нервной трубки атрофируется. Передняя часть нервной трубки видоизменяется в нервный узел взрослой асцидии. Складками покровов образуется околожаберная полость.

Снаружи тело покрывается туникой. Так, подвижная личинка, несущая характерные для хордовых животных признаки, постепенно превращается в сидячую взрослую асцидию, утратившую большую часть признаков, свойственных представителям типа хордовых. Именно поэтому описываемые животные получили название личиночно-хордовых.

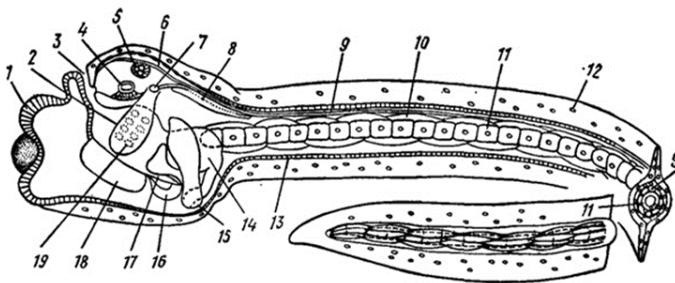


Рис. 50. Схема строения личинки асцидии: 1 – присоска; 2 – закладка атриальной полости; 3 – рот; 4 –статоцист; 5 – глазное пятно; 6 – мозговой пузырь; 7 – атриопор; 8 – висцеральный ганглий; 9 – нервная трубка; 10 – мускульные клетки; 11 – хорда; 12 – свободные клетки в тунике; 13 – эпидермис; 14 – желудок; 15 – кишечник; 16 – сердце; 17 – эпикардиум; 18 – эндостиль; 19 – жаберные отверстия

**Задание 3.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Каковы признаки биологического регресса у личиночно-хордовых? Охарактеризуйте их.

2. Каково внешнее и внутреннее строение асцидии?

3. Каково строение личинки асцидии?

**Задание 4.** Объясните значение следующих терминов: полость ротового сифона, полость клоакального сифона, туника, полость глотки, околожаберная полость, сердце, нервная трубка, хорда.

### Контрольные вопросы

1. Общая характеристика личиночно-хордовых.
2. Строение асцидии.
3. Строение пищеварительной и дыхательной систем асцидии.
4. Кровеносная система асцидии.

### Лабораторное занятие 16. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ БЕСЧЕРЕПНЫХ И ЧЕРЕПНЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения бесчерепных и черепных хордовых животных на примере ланцетника и миноги.

**Материалы и оборудование:** влажные препараты ланцетника и миноги, микропрепараты поперечного среза ланцетника, микроскопы, рисунки, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Бесчерепные (Acrania).

**Класс** Головохордовые (Cephalochordata).

**Подтип** Черепные (Craniata).

**Класс** Круглоротые (Cyclostomata).

**Отряд** Миногообразные (Patromyzontiformes).

**Вид** минога европейская ручьевая (*Lampetra fluviatilis*).

**Отряд** Миксинообразные (Muxiniformes).

**Вид** миксина обыкновенная (*Muxine glutinosa*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите поперечный срез ланцетника на постоянном микропрепарате. Найдите нервную трубку и хорду. В глотке рассмотрите жаберные щели, печеночный вырост и наджаберную борозду.

*Зарисуйте* внутреннее строение ланцетника. *Обозначьте*: мозговой пузырек, хорду, нервную трубку, хвостовой плавник, анальное отверстие, задний отдел кишечника в виде трубки, кровеносную систему, атриопор, окологлоточную полость, жаберную щель, глотку, ротовую полость, окологротовые щупальца, предротовое отверстие, гонады, глазки Гессе, нервы, слепой печеночный вырост.

Головохордовые – это единственный класс бесчерепных. К числу представителей этого класса относятся ланцетники. Наиболее обычным и хорошо изученным является европейский ланцетник, обитающий в Черном море. Это небольшое животное (длиной до 8 см) обитает на мелководье морей; обычно он лежит на грунте или зарывается в песок, выставив наружу передний отдел тела.

Ланцетники питаются мелкими пищевыми частицами, находящимися в воде и оседающими на дно. Таким образом, ланцетники являются хорошими биофильтраторами.

*Форма тела* ланцетника вытянутая, сжатая с боков, заостренная спереди и сзади. По спине тянется невысокая продольная складка кожи – спинной плавник, переходящий в хвостовой плавник характерной копьевидной формы. Парных конечностей нет.

*Кожа* голая, покрыта слизью. Эпидермис однослойный, в нем располагаются одноклеточные кожные железы. Под эпидермисом находится соединительнотканная дерма.

*Скелет* представлен хордой, тянущейся вдоль всего тела. Хорда и лежащая над ней нервная трубка окружены соединительнотканной

оболочкой (рис. 51). Соединительнотканые образования располагаются в основании плавников, между мышечными сегментами.

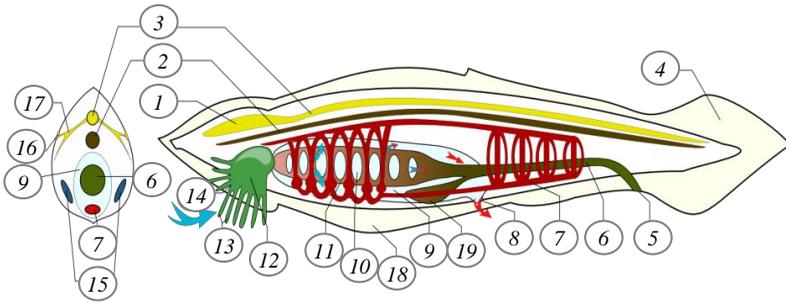


Рис. 51. Внутреннее строение ланцетника: 1 – мозговой пузырек; 2 – хорда; 3 – нервная трубка; 4 – хвостовой плавник; 5 – анальное отверстие; 6 – задний отдел кишечника в виде трубки; 7 – кровеносная система; 8 – атриопор; 9 – окологлоточная полость; 10 – жаберная щель; 11 – глотка; 12 – ротовая полость; 13 – окологротовые щупальца; 14 – предротовое отверстие; 15 – гонады (яичники, семенники); 16 – глазки Гессе; 17 – нервы; 18 – металлебральная складка; 19 – слепой печеночный вырост

*Мускулатура* тянется лентами по обе стороны тела. Эти мускульные ленты метамерно разделены тонкими соединительноткаными перегородками (миосептами) на ряд мышечных сегментов (миомеров).

*Центральная нервная система* имеет вид трубки с полостью, образующей в передней части расширение – зачаток желудочка головного мозга. От центральной нервной системы попарно отходят спинные – двигательные-чувствительные и брюшные – двигательные нервы, которые не соединяются в общие смешанные нервы, как у позвоночных животных.

*Органы чувств* примитивные. Окологротовые щупальца и вся поверхность тела выполняют осязательную функцию. На переднем конце тела находится обонятельная ямка. По всей длине нервной трубки располагаются светочувствительные органы – глазки Гессе, состоящие из пигментной и светочувствительной клеток.

*Питание и дыхание* пассивное. Пищеварительная система начинается предротовой воронкой. На дне ее расположен рот, ведущий в обширную глотку, переходящую в кишечник. Длина глотки может быть более половины длины кишечника. Кишечник тянется без изгибов и заметных расширений от глотки до анального отверстия. От брюшной стороны кишечника сразу за глоткой отходит печеночный вырост, ко-

торый является гомологом печени позвоночных и совмещает в себе функции печени и поджелудочной железы. В глотке ланцетника имеется эндостиль, обеспечивающий улавливание пищи и поступление ее в кишечник. Он обгибает рот с двух сторон и по спинной стороне глотки впадает в кишечник. С помощью щупалец и ресничного эпителия в глотке ланцетник создает ток воды, которая поступает через рот и приносит взвешенные пищевые частицы, оседающие на дно глотки, и через жаберные щели выводится наружу. Осевшие частицы ослизняются и движением ресничек сначала подаются вперед, а затем по спинной борозде глотки попадают в кишечник. Из околожаберной полости вода выводится наружу через непарное отверстие (атриопор) на брюшной стороне тела.

*Кровеносная система* замкнутая. Имеется один круг кровообращения. Сердце отсутствует, а кровь движется благодаря пульсации некоторых крупных сосудов. От венозного синуса начинается брюшная аорта, несущая венозную кровь и тянущаяся под глоткой. От брюшной аорты в обе стороны к межжаберным перегородкам отходят приносящие жаберные артерии. Через тонкие покровы происходит поглощение кровью растворенного в воде кислорода. Артериальная кровь через выносящие жаберные артерии поступает в парные наджаберные сосуды (корни спинной аорты), расположенные над глоткой, которые позади глотки сливаются в спинную аорту. Спинная аорта тянется под хордой, от нее отходят артерии к различным органам задней половины тела.

Наджаберные сосуды продолжают вперед сонными артериями, снабжающими кровью головной отдел животного. Венозная кровь от кишечника оттекает по подкишечной вене к печеночному выросту, где образует воротную систему. Из печени кровь по печеночной вене поступает в венозный синус, лежащий у корня брюшной аорты. Из передней и задней частей тела кровь собирается в передние и задние парные кардинальные вены. Так замыкается круг кровообращения.

*Органы выделения* представлены видоизмененными метанефридиями (около 100 пар), расположенными метамерно в области глотки. Выводными протоками они открываются в околожаберную полость (рис. 51).

*Органы размножения* имеют вид двух рядов парных половых желез, лежащих на дне околожаберной полости. Половые продукты выводятся в околожаберную полость через временно образующиеся протоки и через атриопор попадают в воду; оплодотворение наружное.

**Задание 2.** Ознакомьтесь с внешним видом речной миноги на постоянном влажном препарате. Обратите внимание на отсутствие парных плавников, а также на присасывательный диск с роговыми зубами, ротовое отверстие с языком и на мелкие отверстия органов боковой линии.

*Зарисуйте* внешнее и внутреннее строение миноги. *Обозначьте:* присасывательную воронку, ноздри, глаза, наружные жаберные отверстия, спинные плавники, хвостовой плавник, роговые зубчики, жабры, хрящевую опору жаберных мешков, сердце, печень, хорду, желудок, гонаду, правую почку, кишечник, анальное и мочеполовое отверстие.

Класс круглоротых представлен примитивной группой позвоночных животных, включающей миног и миксин. Это рыбообразные животные, не имеющие челюстей. Тело круглоротых вытянутое, цилиндрическое, несколько уплощенное с боков, особенно в задней части. Кожа голая, с многочисленными железами, покрыта слизью. Парные конечности отсутствуют – их не было и у предков круглоротых. Рот без челюстей, расположен в глубине ротовой присоски. Ноздря непарная. Хорда полностью сохраняется в течение всей жизни животного. По бокам спинного мозга метамерно расположены попарно небольшие хрящи – зачатки верхних дуг позвонков. Череп образован несколькими хрящами. Миксины и большинство миног – обитатели моря, но некоторые миноги заходят в реки для икрометания, либо постоянно живут в пресных водах.

Тело круглоротых разделено на голову, туловище и хвост. Хвост оторочен узким хвостовым плавником. У миног на спине имеются также непарные спинные плавники.

*Покровы* круглоротых тонкие, с большим количеством слизистых железок.

*Скелет* представлен хорошо развитой хордой. По бокам спинного мозга в толще соединительнотканной оболочки, окружающей его и хорду, расположены два ряда небольших хрящиков, являющихся зачатками верхних дуг позвонков. Череп состоит из нескольких отдельных хрящей, соединенных тонкой перепонкой. Основанием черепа служит хрящевая пластинка, по бокам которой лежат слуховые капсулы, а спереди – обонятельная капсула. Скелет глоточной области имеет вид хрящевой решетки. Жаберные дуги и челюсти отсутствуют.

*Мускулатура* четко разделена миосептами на ряд миомеров (рис. 52).

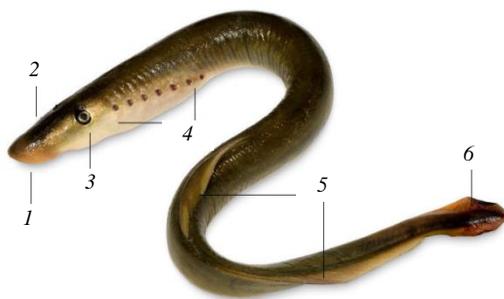


Рис. 52. Внешний вид каспийской миноги: 1 – присасывательная воронка; 2 – ноздря; 3 – глаз; 4 – наружные жаберные отверстия; 5 – спинные плавники; 6 – хвостовой плавник

*Нервная система* весьма примитивна. Головной мозг мал. В крыше переднего мозга нет нервных клеток. Мозжечок имеет вид валика на передней стенке продолговатого мозга, который занимает около половины всего головного мозга.

*Органы чувств* развиты слабо. Глаза малы, а у миксин сильно редуцированы. Обонятельная полость непарная, она открывается наружу одной ноздрей (но обонятельные нервы парные). Обонятельный мешок продолжается в так называемый питуитарный вырост. Ухо внутреннее; орган равновесия имеет только два полукружных канала. Имеются кожные рецепторы различного назначения.

*Пищеварительная система* начинается околоротовой присоской, усаженной роговыми зубчиками. В глубине присоски расположен рот, который ведет в обширную глотку. Глотка делится горизонтальной перегородкой на две части: слепо заканчивающуюся дыхательную и расположенную над ней пищеварительную (пищевод). Последний переходит в прямой, недифференцированный кишечник, заканчивающийся анальным отверстием. Имеется большая печень; желчного пузыря нет (рис. 53).

*Органами дыхания* служат жаберные мешки. Их строение отличается от строения жабр рыб. В боковых стенках дыхательной части глотки имеются парные отверстия, ведущие в жаберные мешки, стенки которых несут многочисленные тонкие лепестки. В них расположена сеть кровеносных сосудов. У миног отверстия жаберных мешков открываются наружу самостоятельными жаберными отверстиями по бокам головы. Обычно их семь пар. У миксин же наружные жаберные

отверстия ведут в продольный канал, открывающийся одним отверстием.

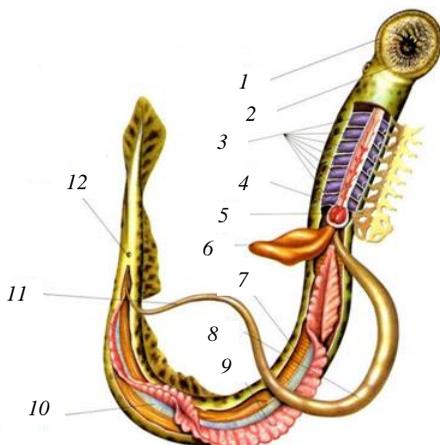


Рис. 53. Внутреннее строение атлантической морской миноги: 1 – ротовая присоска; 2 – роговые зубчики; 3 – жабры; 4 – хрящевая опора жаберных мешков; 5 – сердце; 6 – печень; 7 – хорда; 8 – желудок; 9 – гонада; 10 – правая почка; 11 – кишечник; 12 – анальное и мочеполовое отверстие

*Кровеносная система* круглоротых похожа на кровеносную систему ланцетника. Имеется один круг кровообращения. Сердце состоит из предсердия и желудочка. Селезенка отсутствует.

*Органами выделения* у взрослых миног являются туловищные почки, а у некоторых миксин всю жизнь функционируют головные почки.

*Половые железы* непарные. Половые продукты выводятся через разрыв стенок гонад в полость тела, а оттуда через мочеполовой синус – наружу. Развитие у миксин прямое, у миног – со стадией личинки.

**Задание 3.** Заполните табл. 10.

Таблица 10. Сравнительная характеристика класса Головохордовые и Круглоротые

Признаки сравнения	Класс Головохордовые	Класс Круглоротые
Форма тела		
Скелет		
Органы чувств		
Пищеварительная система		
Органы дыхания		

**Задание 4.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Каково строение миохордального комплекса у ланцетника?
2. В чем отличие ланцетника от миноги?
3. Какие виды круглоротых вам известны и где они обитают?

**Задание 5.** Объясните значение следующих терминов: хорда, атриопор, глазки Гессе, слепой печеночный вырост, присасывательная воронка, окологоротые щупальца, наружные жаберные отверстия, роговые зубчики, анальное отверстие.

### Контрольные вопросы

1. Внешнее и внутреннее строение ланцетника.
2. Нервная система и органы чувств ланцетника.
3. Кровеносная система ланцетника.
4. Общая характеристика класса Круглоротые.
6. Биологическое разнообразие круглоротых.
7. Значение круглоротых в природе и жизни человека.

### Лабораторное занятие 17. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОЕНИЯ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения хрящевых рыб и их приспособляемость для жизни в воде на примере белой акулы.

**Материалы и оборудование:** готовые влажные препараты акулы; чучела хрящевых видов рыб; рисунки, видеофильм, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Позвоночные (Vertebrata).

**Класс** Хрящевые рыбы (Chondrichthyes).

**Надотряд** Акулы (Selachomorpha).

**Виды:** катран черноморский (*Squalus acanthias*);  
акула белая (*Carcharodon carcharias*).

**Надотряд** Скаты (Batomorpha).

**Виды:** скат хвостокол (*Dasyatis pastinaca*);  
скат электрический обыкновенный (*Torpedo marmorata*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите их внешнее строение на готовом влажном препарате черноморского катрана и на чучелах хрящевых видов рыб.

Обратите внимание на обтекаемую форму тела с гетероцеркальным хвостовым плавником, а также на наличие парных и непарных плавников, жаберных щелей, мелких отверстий органов боковой линии, плакоидной чешуи.

*Зарисуйте* внешнее строение акулы. *Обозначьте*: роstrум, передний спинной плавник, задний спинной плавник, хвостовой плавник, анальный плавник, брюшные плавники, грудные плавники, жаберные щели.

Хрящевые рыбы – древняя группа рыб, появившаяся около 300 млн. лет назад и включающая около 700 современных видов. Скелет хрящевой, без костных элементов. Кожа покрыта плакоидной чешуей – примитивным типом чешуи, в образовании которой участвуют эпидермис и дерма. Группа включает два подкласса – Пластиножаберные и Химеры.

В современной фауне этот подкласс представлен акулами и скатами, в основном обитающими в морях. Размеры колеблются от 20 см до 20 м. Среди них есть быстрые и ловкие пловцы, питающиеся подвижной добычей; относительно малоподвижные виды, питающиеся бентосом, и планктоноядные – самые крупные.

Тело акул делится на голову, туловище и хвост. Передний конец тела вытянут в рыло – роstrум, на нижней стороне головы поперечно располагается большой рот. Впереди рта, справа и слева, видны ноздри, ведущие в орган обоняния, расположенный в одноименной хрящевой капсуле черепа (рис. 54).

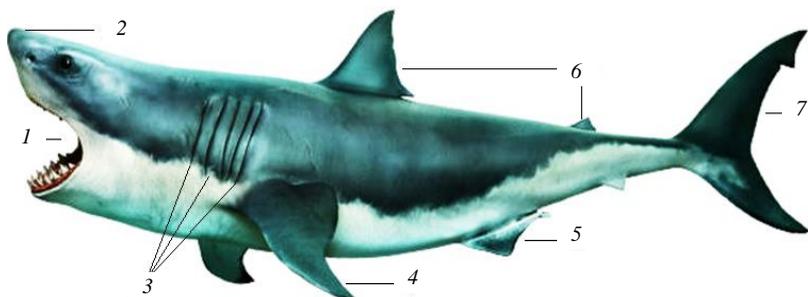


Рис. 54. Внешний вид акулы: 1 – ротовое отверстие; 2 – роstrум; 3 – жаберные отверстия; 4 – грудной плавник; 5 – брюшной плавник; 6 – спинные плавники; 7 – хвостовой плавник

Большие глаза лежат по бокам головы. Позади них находятся округлые отверстия, ведущие в глотку. Это брызгальца, или рудиментарные жаберные щели. Пять вертикальных жаберных отверстий открываются сзади по бокам головы.

Позвоночник хорошо развит, но хорда сохраняется пожизненно. Имеются непарные плавники (спинные, хвостовой и подхвостовой) и парные плавники (грудные и брюшные). Хвостовой плавник гетероцеркальный, в верхнюю лопасть заходит конец позвоночника (рис. 54). У самцов внутренние части брюшных плавников несколько обособлены и превращены в своеобразные копулятивные органы.

Вся поверхность тела акулы покрыта кожей, которая образована эпидермисом (верхний слой) и кориумом (нижний соединительнотканый слой). В эпидермисе расположены одноклеточные железы, выделяющие слизь.

В кориуме закладываются мелкие, твердые плакоидные чешуи (рис. 55). На некоторых участках тела (основания плавников) чешуи могут преобразовываться в острые шипы. Плакоидные чешуи, которые находятся на челюстях, являются настоящими зубами.

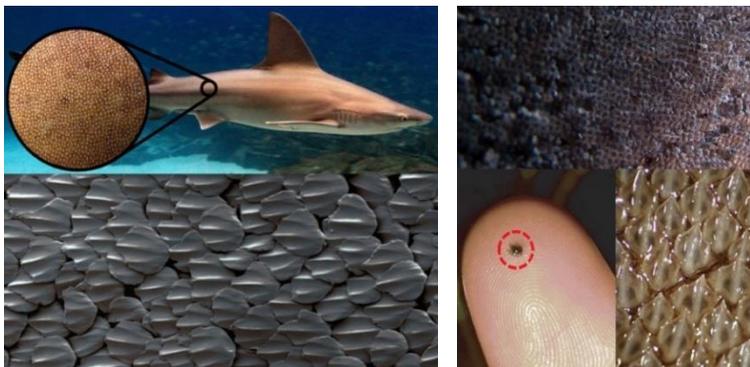


Рис. 55. Строение плакоидной чешуи акулы

На боках туловища и хвоста у акулы хорошо заметна боковая линия, представляющая собой ряд мелких наружных отверстий особого канала, погруженного глубоко в кожу. Канал органа боковой линии продолжается в виде ветвей и дальше на голову.

**Задание 2.** Рассмотрите общее расположение внутренних органов, пищеварительную систему, органы дыхания, кровеносную систему,

органы размножения самца и самки в предложенном иллюстрированном материале. Обратите внимание на ротовую полость с челюстями и языком, строение жаберных лепестков, двухкамерное сердце, парные мезонефрические почки, копулятивный отросток брюшного плавника.

*Зарисуйте* внутреннее строение акулы. *Обозначьте*: рот, глотку, жабры, головной мозг, спинной мозг, сердце, печень, желчный пузырь, желудок, кишечник, селезенку, клоаку, почку, семенник, позвоночник.

*Скелет* хрящевых рыб подразделяется на осевой скелет, скелет черепа, скелет парных и непарных плавников и скелет поясов парных плавников. Позвоночник акулы прочно сочленен с затылочным отделом мозгового черепа и от затылочной части черепа продолжается до конца хвоста, заходя в его верхнюю лопасть.

*Нервная система.* У хрящевых рыб возрастают относительные размеры головного мозга, и усложняется их дифференциация. Возрастает количество нервных клеток (серого вещества).

Головной мозг хрящевых рыб более развит, что выражается в крупных размерах переднего мозга и мозжечка. Обонятельные доли переднего мозга также очень велики (рис. 56). Поверхность мозжечка образует систему извилин. От головного мозга у хрящевых рыб отходит 10 пар черепно-мозговых нервов, 12 пар развито слабо. В спинном мозге отчетливо выражены брюшные рога серого вещества, спинные – слабо выражены.

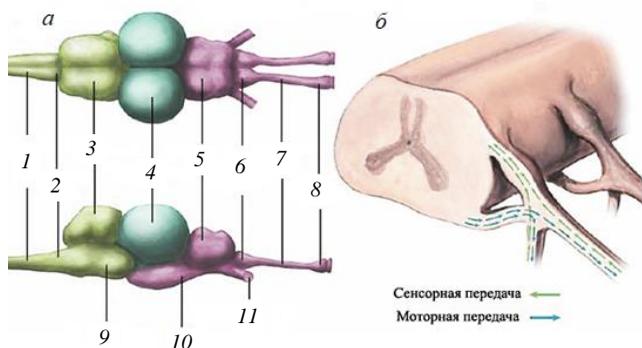


Рис. 56. Строение головного и спинного мозга акулы: *a* – головной мозг: 1 – начало спинного мозга; 2 – продолговатый мозг; 3 – мозжечок; 4 – зрительные доли; 5 – передний мозг; 6 – обонятельные доли; 7 – обонятельный тракт; 8 – обонятельные луковицы; 9 – мост; 10 – промежуточный мозг; 11 – зрительный нерв; *б* – спинной мозг

*Органы чувств.* У акул сильно развит орган обоняния, который представлен наружными ноздрями и парными обонятельными мешками. Чувствительность обоняния велика: запах добычи ощущают за 500 м. Для определения положения соседа, обнаружения приближения добычи или хищника и избежания столкновений акулы используют боковую линию. На голове у акул располагаются парные крупные глаза с уплощенной роговицей и круглым хрусталиком. Зрение черно-белое. Орган слуха и равновесия представлен внутренним ухом, заключенным в слуховую капсулу. Акулы воспринимают низкие звуки (100–2500 Гц). Некоторые виды хрящевых рыб способны издавать сигнальные звуки, обеспечивая защиту участка, взаимное общение партнеров по стае и размножению.

На вскрытой акуле хорошо видны внутренние органы, лежащие в брюшной и околосоердечной полостях. В брюшной полости развита брызжейка, на которой подвешены органы пищеварения. Большая двухлопастная печень частично прикрывает крупный изогнутый желудок, вблизи которого на брызжейке подвешена селезенка. От желудка отходит дифференцированный на отделы кишечник, заканчивающийся клоакой. В глубине брюшной полости по обе стороны позвоночника располагаются продолговатые почки.

Брюшная полость в своем верхнем конце отделена перегородкой от околосоердечной полости. В последней можно различить сердце и находящиеся впереди него внутренние жаберные отверстия, ведущие в глотку (рис. 57).

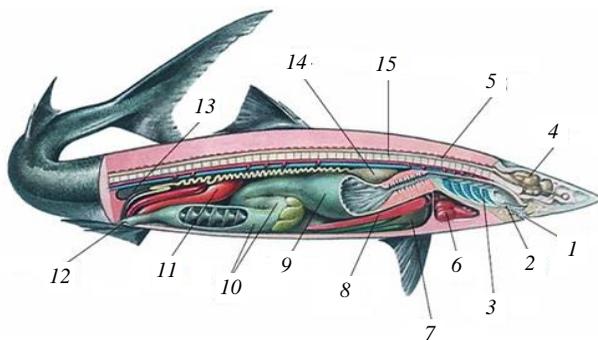


Рис. 57. Внутреннее строение акулы: 1 – рот; 2 – глотка; 3 – жабры; 4 – головной мозг; 5 – спинной мозг; 6 – сердце; 7 – печень; 8 – желчный пузырь; 9 – желудок; 10 – кишечник; 11 – селезенка; 12 – клоака; 13 – почка; 14 – семенник; 15 – позвоночник

*Пищеварительная система.* Хрящевые рыбы имеют более сложный и совершенный пищеварительный тракт, характеризующийся общим удлинением и расчлененностью на отделы. Механическое измельчение пищи происходит в ротовой полости. Слизь, которую выделяют клетки ротовой полости, не содержит ферментов и способствует только прохождению пищевого кома. Полость глотки переходит в короткий пищевод, ведущий в довольно объемистый желудок.

Впереди желудка лежит большая двухлопастная печень, края которой прикрывают его с боку, печень отчасти прикрывает также и кишечник. В левой лопасти печени находится довольно крупный желчный пузырь, протоки которого входят в кишечник. В свою очередь кишечник разделен на три отдела (тонкий, толстый, прямая кишка). Прямая кишка открывается в клоаку.

*Органами дыхания* у хрящевых рыб служат жабры, состоящие из жаберных лепестков. На хрящах жаберных дуг располагаются кожистые межжаберные перегородки, на которых сидят жаберные лепестки. У большинства хрящевых рыб 4,5 жабры с каждой стороны глотки, т. е. всего 9 полных жабр. Газообмен осуществляется в капиллярах жаберных лепестков (рис. 58).



Рис. 58. Акт дыхания и внешний вид жаберных дуг с лепестками

Акт дыхания: при вдохе глоточная полость расширяется, и в нее насыщается вода через ротовую полость и брызгальце. При этом края межжаберных перегородок закрывают выход из жаберных щелей и вода омывает жаберные лепестки. При выходе полость глотки сжимается, вода открывает жаберные щели и выходит наружу.

*Кровеносная система* хрящевых рыб представлена двухкамерным сердцем (предсердие, желудочек) и имеет один круг кровообращения. Сердце располагается в околосердечной полости, отделенной от осталь-

ной полости тела вертикальной перегородкой – перикардием. В сердце у рыб находится венозная кровь.

*Органами выделения* являются туловищные почки, мочеточниками служат вольфовы каналы, которые открываются в клоаку. Подобно всем позвоночным концентрация солей в жидкостях тела у них приблизительно в 3 раза ниже, чем в морской воде, но при этом сохраняется осмотическое равновесие. Это достигается за счет высоких концентраций органических веществ в жидкостях, главным образом мочевины. У акул почки активно реабсорбируют мочевину из мочи, и она остается в крови. Ее содержание в крови у пластиножаберных в сто с лишним раз больше, чем у млекопитающих; это смертельно для других позвоночных. У пластиножаберных мочевина является необходимым компонентом всех жидкостей тела, и без ее высокой концентрации ткани не могут нормально функционировать.

*Половая система.* Прогрессивной чертой является внутреннее оплодотворение. У акул и скатов созревшие яйца выпадают из яичников в полость тела и увлекаются движением ресничек в воронки яйцеводов, которыми являются мюллеровы каналы. Оплодотворение происходит в половых путях самки, куда семя вводится с помощью особого копулятивного аппарата. Некоторые из акул живородящие, другие откладывают крупные яйца. У отдельных видов живородящих акул зародыши получают от материнского организма кислород и питательные вещества, поскольку связаны со стенками половых путей самки (рис. 59).

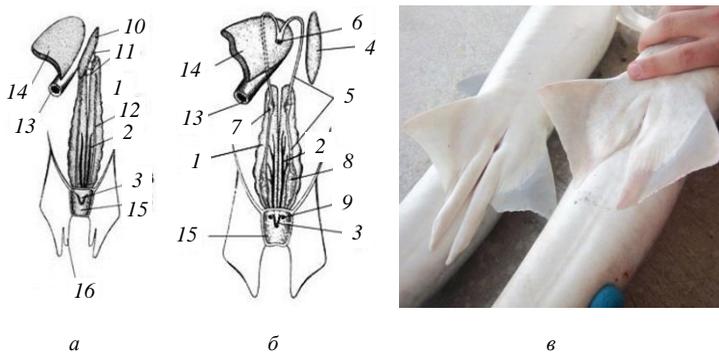


Рис. 59. Мочеполовая система акулы: *а* – самец; *б* – самка: 1 – почка; 2 – мочеточник; 3 – мочеполовой сосочек; 4 – левый яичник; 5 – яйцевод; 6 – общая воронка обоих яйцеводов; 7 – скорлуповая железа; 8 – «матка»; 9 – отверстие яйцевода; 10 – левый семенник; 11 – семявыносящие каналы; 12 – семяпровод; 13 – пищевод; 14 – печень; 15 – полость клоаки; 16 – копулятивный отросток брюшного плавника; *в* – внешнее строение мочеполовой системы самца и самки

Хрящевые рыбы во многих странах служат объектами промысла. Мясо используется в пищу, очень ценится печень, особенно печень глубоководных акул. Кожа крупных видов ценится как кожевенное сырье.

**Задание 3.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Каковы особенности внешнего строения акулы?
2. Каковы особенности строения плакоидной чешуи?
3. Каковы особенности органов пищеварения акулы?
4. Каковы особенности строения головного и спинного мозга хрящевых рыб?
5. Каковы особенности водно-солевого обмена акулы?
6. Каково строение органов дыхания и особенности газообмена у хрящевых рыб?
7. Какие дополнительные органы чувств появляются у хрящевых рыб?

**Задание 4.** *Объясните значение следующих терминов:* рострум, жаберные отверстия, брызгальце, жаберные лепестки, плакоидная чешуя, парные и непарные плавники, головной мозг, спинной мозг, спинно-мозговой канал, обонятельная капсула, слуховой отдел, двухкамерное сердце, туловищные почки, копулятивный отросток брюшного плавника.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика Класса Хрящевых рыб.
2. Систематика хрящевых рыб.
3. Биологическое разнообразие хрящевых рыб.
4. Кровеносная система хрящевых рыб.
5. Половая система и особенности размножения акулы.
6. Охарактеризуйте строение позвоночного столба акулы.
7. Строение черепа акулы.
8. Органы чувств хрящевых рыб.
9. Черепно-мозговые нервы позвоночных животных.
10. Почему для хрящевых рыб характерно сложное приспособительное поведение?

### **Лабораторное занятие 18. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КОСТНЫХ РЫБ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения костных рыб на примере леща и речного окуня.

**Материалы и оборудование:** свежая рыба (по одной на 3 студентов), готовые влажные препараты рыбы, чучела костных видов рыб, препаровальный инструмент (скальпели, ножницы, пинцеты, препаровальные иглы), ванночки (по одной на 3 студентов), рисунки, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Позвоночные (Vertebrata).

**Класс** Костные рыбы (Osteichthyes).

**Надотряд** Циприноидные (Cyprinomorpha).

**Отряд** Карпообразные (Cypriniformes).

**Виды:** карп (*Cypris carpio*);  
лещ (*Abramis brama*).

**Надотряд** Перкоидные (Percomorpha).

**Отряд** Окунеобразные (Perciformes).

**Вид** окунь речной (*Perca fluviatilis*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение на готовом влажном препарате леща и на чучелах костных видов рыб. Обратите внимание на обтекаемую форму тела, расположение рта, а также на наличие парных и непарных плавников, костных жаберных крышек, разной по форме чешуи.

*Зарисуйте* внешнее строение леща. *Обозначьте:* спинной плавник, хвостовой плавник, анальный плавник, брюшные плавники, грудные плавники, рот, ноздри, глаза, жаберную крышку, боковую линию, анальное отверстие.

По числу видов это самый многочисленный класс позвоночных животных. К этому классу относится около 25 тыс. видов. Костные рыбы населяют самые различные водоемы земного шара, как пресные, так и соленые. Форма тела рыб крайне разнообразна, что связано с многообразием их мест обитания и образа жизни. Размеры рыб колеблются в очень широких пределах – от 0,7 см до 5–7 м. Масса некоторых рыб достигает 2 т.

Плотность тела костных рыб равна или несколько выше плотности воды, т. е. у рыб нулевая или близкая к ней плавучесть. У рыб, ведущих придонный и донный образ жизни, она может быть отрицательной – 0,05–0,07 у камбал и бычков.

Тело костных рыб делится на голову туловище и хвост. Границей между головой и туловищем служит жаберная щель, а между туловищем и хвостом – анальное отверстие (рис. 60).

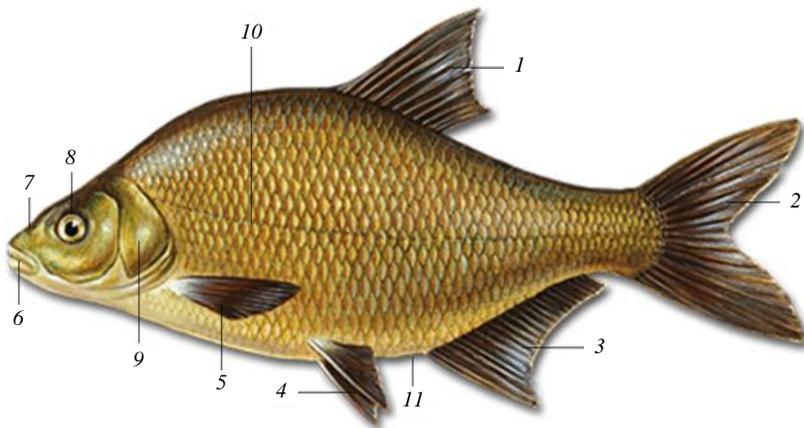


Рис. 60. Внешний вид леща: 1 – спинной плавник; 2 – хвостовой плавник; 3 – анальный плавник; 4 – брюшные плавники; 5 – грудные плавники; 6 – рот; 7 – ноздри; 8 – глаза; 9 – жаберная крышка; 10 – боковая линия; 11 – анальное отверстие

Рот костных рыб расположен на переднем конце головы, отчего таких рыб называют конечноротыми. По бокам головы находятся крупные плоские глаза. Впереди лежат парные ноздри – органы обоняния.

Весьма характерным образованием для костных рыб является костная жаберная крышка. В связи с этим вместо пяти жаберных отверстий (как у хрящевых рыб) образуется одна жаберная щель.

*Органы движения.* Рыбы передвигаются в воде, изгибая тело, и с помощью парных и непарных плавников. Парных плавников две пары: грудные и брюшные. Парные плавники поддерживают тело рыбы в горизонтальном положении и служат рулями поворота и глубины. Иногда парные плавники видоизменены. Брюшные плавники бычков срослены и образуют присоску, с помощью которой рыбы удерживаются на дне в местах с быстрым течением или сильным прибоем. Очень длинные грудные плавники летучих рыб образуют несущие плоскости, на которых эти рыбы планируют, отделившись после разгона от воды.

К непарным плавникам относятся хвостовой, один или несколько спинных и один (реже больше) анальный. В поступательном движении рыб основную роль играет хвостовой плавник; он же служит рулем при поворотах и погружениях животного. Спинные и анальные плавники прежде всего являются стабилизаторами направления движения рыбы, также участвуют в поворотах тела. Так, лещ движением длинного анального плавника может наклонять передний конец тела вниз, что облегчает прохождение пищи. У щук спинной и анальный плавники смещены к хвосту, что увеличивает мощность удара хвостом и, следовательно, обеспечивает стремительный бросок на добычу из засады.

У живущей на дне морей рыбы-удильщика удлинённый передний луч спинного плавника расположен над верхней губой; колебания этой своеобразной удочки привлекает к хищнику добычу. У рыбы-прилипалы спинной плавник превратился в присоску.

На нижней стороне тела ближе к заднему концу находится подхвостовой, или анальный плавник. Перед ним в общем углублении лежат три отверстия: анальное, половое и выделительное.

Вдоль тела тянется хорошо заметная боковая линия – органов ориентации рыб в водной среде.

*Покровы* костных рыб представлены эпидермисом и дермой. Многочисленные одноклеточные железы эпидермиса выделяют слизь, которая тонким слоем покрывает тело рыбы. Это уменьшает трение при плавании, а бактерицидные свойства слизи препятствуют проникновению в кожу микроорганизмов. Клетки эпидермиса и дермы содержат пигменты, которые определяют окраску рыб. Окраска у большинства рыб покровительственная, что делает их малозаметными в водной среде. У большинства рыб тело покрыто защитными костными образованиями – костной чешуей (циклоидной или ктеноидной), имеющей вид тонких, черепицеобразно налегающих друг на друга пластинок различной формы (рис. 61). Они развиваются в верхних слоях дермы, образуя в большинстве случаев правильные ряды.

Чешуи растут в течение всей жизни рыбы. На чешуе заметны светлые (широкие) и темные (узкие) годичные кольца. Летом, при интенсивном росте рыбы, происходит значительное нарастание чешуи – образуется широкий, светлый слой. Зимой рост рыб и нарастание чешуи незначительны – слой уплотненный, узкий, темный. Подсчитав светлые и темные кольца на чешуе рыбы, можно определить ее возраст (рис. 62).

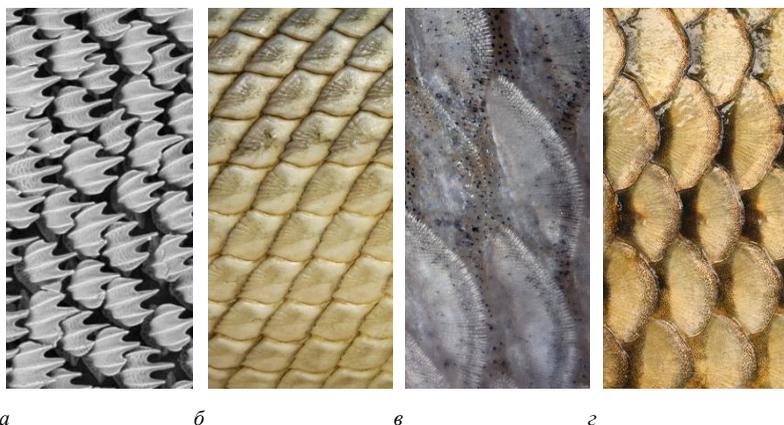


Рис. 61. Виды чешуи костных рыб: *а* – плакоидная; *б* – ганоидная; *в* – ктеноидная; *з* – циклоидная

У многих рыб в нижних слоях чешуи лежит прослойка кристалликов извести и пигмента гуанина, усиливающих серебристый блеск рыб. При потере чешуи достаточно быстро происходит их полная регенерация. Иногда чешуи рыб видоизменяются, образуя иглы, шипы, костные щитки и другие кожные образования.

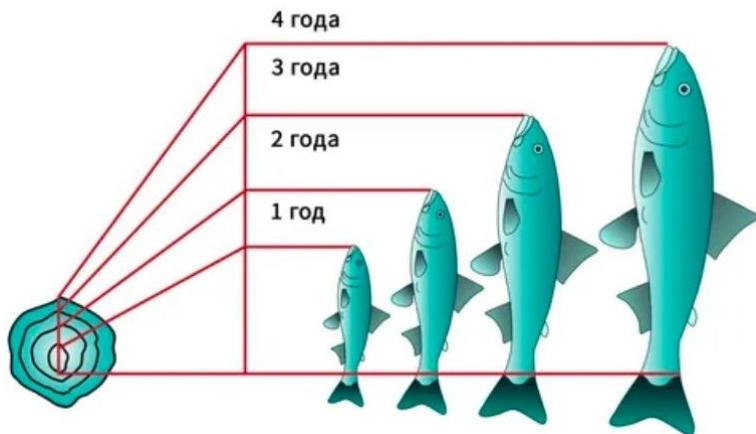


Рис. 62. Определение возраста рыбы по годовым кольцам чешуи

**Задание 2.** Рассмотрите в предложенном иллюстрированном материале общее расположение внутренних органов, пищеварительную систему, органы дыхания, кровеносную систему, органы размножения самца и самки, головной мозг. Обратите внимание на ротовую полость, неоднородность зубов, цедильный аппарат, кожное дыхание, плавательный пузырь, двухкамерное сердце, парные мезонефрические почки, наружное оплодотворение, упрощенную организацию переднего мозга.

*Зарисуйте* внутреннее строение окуня. *Обозначьте*: рот, головной мозг, позвоночник, спинной мозг, плавательный пузырь, мышцы, почку, мочевой пузырь, мочевое отверстие, половое отверстие, анальное отверстие, яичники, кишечник, селезенку, желудок, желчный пузырь, печень, сердце, жабры.

*Скелет* костных рыб, в отличие от хрящевых, почти полностью костный. Он состоит из костей двух типов: хондральных, или замещающих, костей, возникающих путем последовательной замены хряща костной тканью, и покровных, или кожных, костей, образующихся в соединительнотканном слое кожи независимо от хрящевого скелета.

Покровные кости обычно располагаются поверхностно и имеют вид пластинок. Они не имеют хрящевых предшественников, и их образование ведет к появлению новых элементов скелета, т. е. к его усложнению. У костистых рыб во взрослом состоянии рудименты хорды остаются только между позвонками, а скелет образован в основном костными элементами. У кистеперых, двоякодышащих и осетровых рыб в течение жизни сохраняется хорда, а позвонки представлены только хрящевыми дугами.

Скелет рыб слагается из черепа, осевого скелета (позвоночника) и связанных с ним ребер, скелета парных плавников и их поясов и скелета непарных плавников. Череп состоит из мозговой коробки и висцерального скелета, который образован челюстной, подъязычной и пятью жаберными дугами. У большинства рыб в ротовой полости имеются одновершинные зубы, которые расположены не только на челюстях.

Позвоночник разделен на туловищный и хвостовой отделы. Позвонки амфицельные, т. е. их тела двояковогнутые (рис. 63).

Верхние дуги позвонков образуют спинномозговой канал, а нижние дуги хвостовых позвонков – канал, где проходят крупные кровеносные сосуды. С позвонками туловища связаны ребра, свободно оканчивающиеся в мускулатуре стенок тела. Парные плавники имеют пояса, ле-

жащие в туловище рыбы. Основанием плавников служит внутренний опорный скелет. Наружные лопасти поддерживаются костными или хрящевыми плавниковыми лучами. Последние бывают жесткими, нерасчлененными или мягкими, членистыми; мягкие лучи иногда ветвятся.

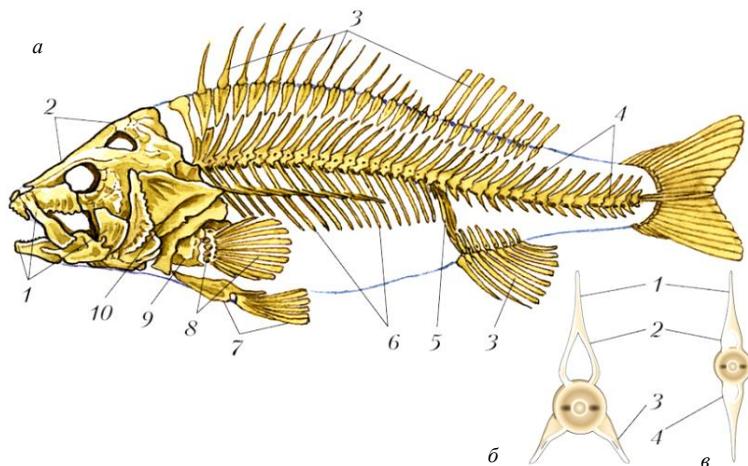


Рис. 63. Скелет костной рыбы: *а* – общий вид: 1 – челюсти; 2 – череп; 3 – плавниковые лучи; 4 – позвонки; 5 – тазовый пояс; 6 – ребра; 7 – скелет брюшного плавника; 8 – скелет грудного плавника; 9 – плечевой пояс; 10 – жаберная крышка; *б* – туловищный позвонок; *в* – хвостовой позвонок: 1 – остистый отросток; 2 – верхняя дуга; 3 – боковой отросток; 4 – нижняя дуга

*Мускулатура* туловища и хвоста рыб состоит из мышечных сегментов сложной формы. Вдоль тела двумя лентами тянутся продольные мышцы, разделенные перегородками (миосептами) на ряд мышечных сегментов (миомеров). Миомеры состоят из спинного и брюшного отделов. В голове, плавниках и их поясах расположены отдельные группы мышц (мускулатура челюстных и жаберных дуг, парных плавников и др.).

*Нервная система* костных рыб более совершенна, чем круглоротых. Головной мозг костных рыб в большинстве случаев крупнее, чем хрящевых. Но размеры его все же невелики: так, например, у крупных щук он составляет лишь  $\frac{1}{1300}$  массы тела (рис. 64).

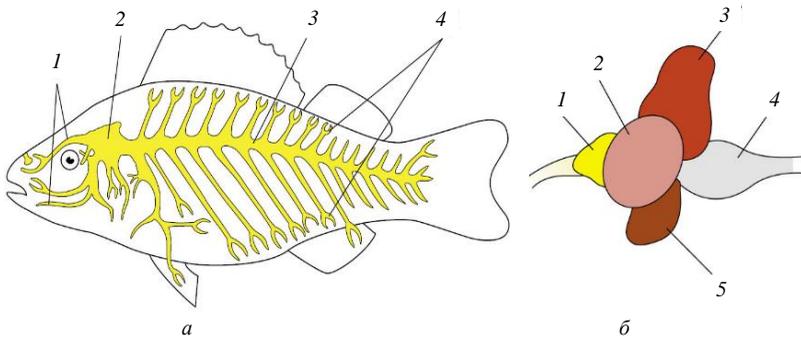


Рис. 64. Нервная система костной рыбы: *a* – общая схема:  
 1 – черепно-мозговые нервы; 2 – головной мозг; 3 – спинной мозг;  
 4 – спинномозговые нервы; *б* – схема головного мозга: 1 – передний мозг;  
 2 – средний мозг; 3 – мозжечок; 4 – продолговатый мозг; 5 – промежуточный мозг

На крыше переднего мозга отсутствует нервное вещество, т. е. коры нет. Полости больших полушарий не разделены перегородкой, передний мозг относительно мал. Наиболее развиты средний мозг и мозжечок.

Передний мозг представлен большими полушариями, а крыша их эпителиальная, не содержит мозгового вещества. Спереди он переходит в обонятельные доли с отходящими от них обонятельными нервами. Передний мозг рыб играет роль обонятельного центра. Его удаление приводит к потере рефлекса на восприятие запахов. Промежуточный мозг достаточно развит. На его крыше расположен эпифиз, на нижней стороне расположена другая железа внутренней секреции – гипофиз. От дна этого отдела мозга отходят зрительные нервы. Средний мозг по размерам превосходит остальные отделы. Сверху выдаются два зрительных буфа, где оканчиваются волокна зрительных нервов. Мозжечок хорошо развит в первую очередь у подвижных видов рыб. У костных рыб, как и у других позвоночных, он является центром регуляции движений и сохранения равновесия. Продолговатый мозг рыб прикрыт сверху эпителиальной пленкой. От головного мозга костных рыб, как и хрящевых, отходят десять пар головных нервов. Спинной мозг тонок, он тянется до конца позвоночника и имеет такое же строение, как и у хрящевых рыб.

*Органы чувств* костных рыб приспособлены к функционированию в условиях водной среды. Особенно важную роль играют органы хи-

мического чувства (обоняние, вкус), которые дополняют друг друга. Органы обоняния имеют вид пары мешков с хорошо развитыми складками обонятельного эпителия, открывающихся наружу двумя ноздрями. Обоняние позволяет рыбам хорошо распознавать запахи чужих видов и различных особей своего вида. У многих, особенно стайных, рыб в коже содержится «вещество страха». При травме кожи оно попадает в воду и служит сигналом опасности для других рыб. Органы вкуса (вкусовые сосочки) располагаются во рту и рассеяны по поверхности тела. Глаза у рыб приспособлены к видению на близком расстоянии, что обусловлено относительно малой прозрачностью воды. Они имеют плоскую роговицу и шаровидный хрусталик. Подвижных век нет. Аккомодация достигается перемещением хрусталика. Большинство рыб хорошо видит на расстоянии до 1 м, но некоторые, особенно крупные, способны видеть на расстоянии до 10–15 м. У глубоководных и пещерных рыб глаза нередко редуцируются. У большинства костных рыб развито цветное зрение.

Орган слуха и равновесия представлен только внутренним ухом, заключенным в капсулу. Собственно внутреннее ухо костных рыб (перепончатый лабиринт) состоит из трех взаимно перпендикулярных полукружных каналов, отходящих от овального мешочка и нижнего круглого мешочка (собственно орган слуха), заполненных эндолимфой. При изменении положения тела животного давление и натяжение ресничек отолитами меняется, что и воспринимается нервными окончаниями. Сравнительно простое строение органа слуха рыб связано с большой звукопроводностью воды. Многие рыбы издают различные звуки зубами, жаберными крышками, трением плавников, с помощью плавательного пузыря и другими способами. Расшифровка этих звуков позволяет использовать их для обнаружения косяков рыбы при их ловле. У некоторых костных рыб перепончатый лабиринт соединен с плавательным пузырем. Перепончатый лабиринт улавливает изменение давления в плавательном пузыре, а последний служит резонатором и увеличивает чувствительность органа слуха.

Своеобразным органом чувств рыб является боковая линия (рис. 65). У большинства рыб органы боковой линии имеют вид канала в коже, ветвящегося на голове. Через многочисленные поры, пронизывающие или не пронизывающие чешую, этот канал сообщается с внешней средой. В стенках канала расположены окончания ветвей блуждающего нерва. Органы боковой линии воспринимают даже слабые изменения движения и давления воды и инфразвуки.

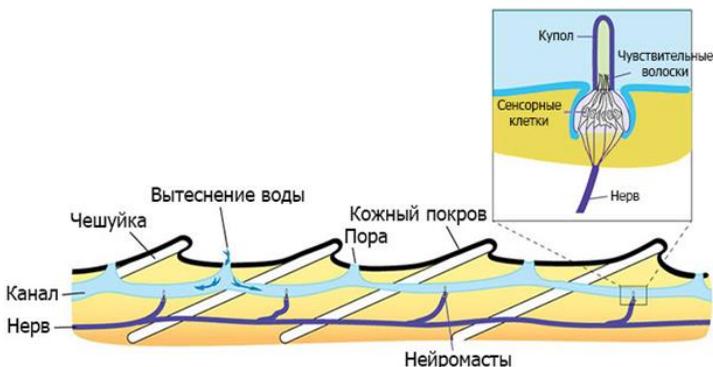


Рис. 65. Схема строения боковой линии костных рыб

Осязательную функцию у рыб выполняют группы чувствительных клеток, расположенных по всей поверхности тела и образующих скопления на усиках, губах, лучах плавников. Рыбы способны улавливать изменения магнитного и электрического полей, а некоторые имеют специальные электрические органы.

*Пищеварительная система* у костных рыб, в отличие от хрящевых, менее дифференцирована, но при этом разнообразнее устроен челюстной аппарат и шире спектр используемых кормов. Кишечник представлен трубкой приблизительно одного диаметра, и границы между отделами заметить трудно.

Пищеварительный тракт рыб делится на три отдела: передний, включающий ротовую полость, глотку и пищевод; средний, состоящий из желудка, тонкой кишки и пищеварительных желез (печени и поджелудочной железы), и задний, представленный задней кишкой.

В ротовой полости имеется язык. Обычно на челюстях и на небе расположены зубы, которые подвержены нерегулярной смене. Важную роль в добывании пищи у рыб играют жаберные тычинки – выросты вогнутой стороны жаберных дуг. У планктоноядных (сельдь, толстолобик) длинные и многочисленные жаберные тычинки образуют своеобразный цецильный аппарат, который процеживает проходящую через жабры воду.

Строение и подвижность челюстного аппарата, а также развитие зубов связаны с особенностями питания (рис. 66). Короткий мускулистый пищевод без резкой границы переходит в желудок. Величина и форма

желудка зависят от характера питания. У хищных рыб (окунь) желудок обычно объемистый, способный к растяжению, резко отличается от последующих отделов кишечника. У растительноядных рыб (карповые) границы между желудком и кишечником мало заметны.

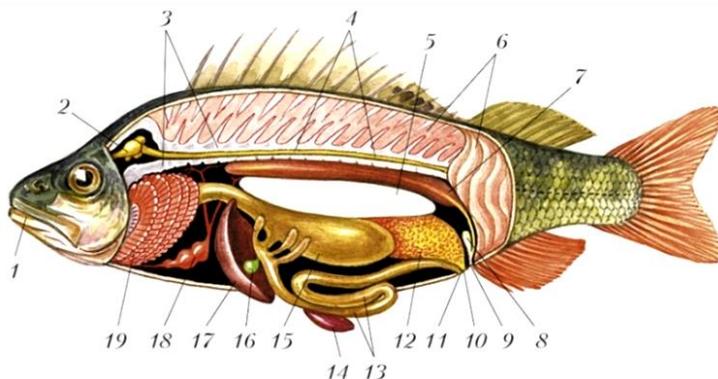


Рис. 66. Внутреннее строение костной рыбы (самка окуня): 1 – рот; 2 – головной мозг; 3 – позвоночник; 4 – спинной мозг; 5 – плавательный пузырь; 6 – мышцы; 7 – почка; 8 – мочевой пузырь; 9 – мочевое отверстие; 10 – половое отверстие; 11 – анальное отверстие; 12 – яичник; 13 – кишечник; 14 – селезенка; 15 – желудок; 16 – желчный пузырь; 17 – печень; 18 – сердце; 19 – жабры

У многих рыб увеличение всасывательной поверхности кишечника осуществляется за счет слепых отростков (пилорических выростов), отходящих от переднего отдела тонкой кишки. Они заменяют спиральный клапан хрящевых рыб и замедляют прохождение пищи.

Передний отдел тонкого кишечника называется двенадцатиперстной кишкой. В него впадают протоки печени и поджелудочной железы, которая мелкими дольками разбросана по брюшке.

Тонкая кишка незаметно переходит в толстую кишку, далее идет прямая кишка, которая заканчивается анальным отверстием.

Печень обычно хорошо развита у всех рыб. Она является важной пищеварительной железой и состоит из нескольких lobов. Желчь, которую вырабатывает печень, скапливается в желчном пузыре, а потом по желчным протокам поступает в передний отдел кишечника. Кроме участия в пищеварении печень играет важную роль в обезвреживании ядовитых веществ. Поэтому ее называют барьерным органом. В печени накапливается гликоген, образуется мочевины.

*Плавательный пузырь* имеется у большинства костных рыб; это гидростатический орган рыб (рис. 67). Образуется плавательный пузырь как тонкостенный вырост спинной стороны начальной части пищевода; этот вырост у разных рыб имеет различные форму и строение и заполнен газом. У открытопузырных рыб связь с пищеводом сохраняется в течение всей жизни (карпообразные, сельдеобразные). У закрытопузырных эта связь нарушается в процессе развития (окунеобразные). Изменяя объем плавательного пузыря, рыба может перемещаться в вертикальном направлении за счет изменения плотности тела и плавучести.



Рис. 67. Плавательный пузырь

Первоначальное заполнение плавательного пузыря газом происходит при заглатывании мальком атмосферного воздуха. В дальнейшем объем пузыря изменяется за счет заглатывания воздуха с поверхности открытопузырными рыбами или его выдавливания при сжатии пузыря. У закрытопузырных рыб изменение объема плавательного пузыря происходит за счет выделения и поглощения газов кровью через особое сосудистое сплетение капилляров в так называемой газовой железе. Плавательный пузырь отсутствует у многих донных рыб и рыб, совершающих быстрые вертикальные перемещения в воде.

*Органами дыхания* у рыб являются жабры. У костных рыб межжаберные перегородки редуцированы, и жаберные лепестки попарно сидят на жаберных дугах, прикрытые снаружи подвижными костными жаберными крышками. У костных рыб четыре жаберные дуги, на каждой из которых располагаются лепестки двух полужабр. У некоторых

видов добавочная полужабра располагается на внутренней поверхности жаберной крышки (рис. 68). Снаружи лепестки покрыты тончайшими складочками, до 15 и более на 1 мм.

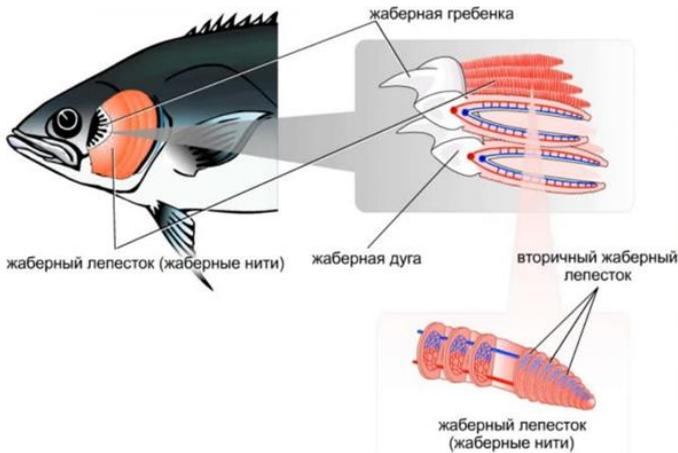


Рис. 68. Строение жаберного аппарата костной рыбы

Акт дыхания костных рыб осуществляется за счет движения жаберной крышки: когда жаберная крышка приподнимается, тонкая кожистая жаберная перепонка прижимается к жаберной щели. Это происходит под влиянием наружного давления воды. В результате в околожаберной полости образуется пространство с пониженным давлением. Это заставляет воду всасываться в околожаберную полость. При опускании крышки создается избыточное давление, и вода через наружные жаберные отверстия выталкивается наружу.

У костных рыб имеются добавочные органы дыхания; обычно такие органы присутствуют у обитателей пресных водоемов, где наблюдается дефицит кислорода. Вьюны, живущие на дне водоемов, регулярно поднимаются к поверхности и заглатывают воздух, пропуская его через кишечник, в стенках которого находится сеть кровеносных капилляров. У аквариумных рыбок – макроподов, лялиусов, гурами – в задней части головы расположен особый лабиринтовый аппарат, сообщающийся с глоткой; в этот аппарат рыба заглатывает воздух, и здесь происходит поглощение кислорода сетью капилляров. В газообмене может участвовать и плавательный пузырь.

*Кровеносная система.* У всех рыб, кроме двоякодышащих, один круг кровообращения. Сердце двухкамерное и состоит из предсердия и желудочка, имеется венозная пазуха. Кровеносная система костных рыб, по сравнению с кровеносной системой хрящевых рыб, отличается некоторыми особенностями. Вместо артериального конуса появляется луковица аорты, которая является утолщением аорты и обладает, как и все сосуды, гладкой мускулатурой. Сохраняется по 4 пары приносящих и выносящих жаберных артерий (у хрящевых рыб их 5). Боковые вены отсутствуют.

*Органы выделения* у зародышей рыб представлены головными почками, которые в процессе развития заменяются лентовидными туловищными (мезонефрическими) почками, расположенными вдоль спинной части почти всей полости тела по бокам от позвоночника. Мочеточниками служат вольфовы каналы. Мочеточники в конце сливаются в единый проток, который открывается в мочевой пузырь или наружу. Конечным продуктом обмена у большинства костных рыб служит аммиак. Почки выполняют осморегуляторную функцию и участвуют в поддержании кислотно-щелочного равновесия. В выделении участвуют также жабры и кожа.

*Органы размножения* представлены у самцов семенниками, у самок яичниками. В отличие от хрящевых рыб половые железы костных рыб, как самцов, так и самок, имеют самостоятельные протоки – вторичные половые пути, которые не имеют ничего общего с вольфовыми и мюллеровыми каналами. У костных рыб яйца выводятся образующимися яйцеводами, которые одним концом срастаются с яичником, а другим открываются половым отверстием наружу. У некоторых представителей лососевых яйца выпадают из яичников в полость тела, а оттуда выходят наружу через особые половые поры на брюхе. Оплодотворение чаще наружное, у немногих видов – внутреннее. Икра (яйцеклетки) рыб мелкая, размером до нескольких миллиметров, покрытая студенистой оболочкой. Плодовитость рыб очень высокая. Большинство костных рыб раздельнополы, хотя среди них имеются и гермафродиты, например, некоторые окунеобразные.

*Развитие* у большинства рыб протекает с метаморфозом. В этом случае из икринок выходят личинки, отличающиеся от взрослых особей рядом признаков. Сначала они питаются желтком, сохранившимся в желточном мешке, а позднее переходят на активное питание.

**Задание 3.** Заполните табл. 11.

Таблица 11. Сравнительная характеристика класса  
Хрящевые рыбы и Костные рыбы

Признаки сравнения	Класс Хрящевые рыбы	Класс Костные рыбы
Форма тела		
Тип чешуи		
Скелет		
Плавательный пузырь		
Жаберные щели		
Размножение и развитие		
Хвостовой плавник		

**Задание 4.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Каковы особенности внешнего вида, покровов и типов чешуи у костных рыб?

2. В чем заключаются особенности питания костных рыб?

3. Как происходит дыхание и газообмен у костных рыб?

4. Каково строение выделительной системы и особенности водно-солевого обмена у пресноводных и морских костных рыб?

5. Какие существуют особенности размножения костистых рыб?

**Задание 5.** Объясните значение следующих терминов: парные и непарные плавники, жаберные крышки, конечноротые, космоидные чешуи, ганоидные чешуи, костные чешуи, концентрические кольца, цедильный аппарат, пилорические выросты, костные жаберные крышки, кожное дыхание, плавательный пузырь, двухкамерное сердце, парные мезонефрические почки, мочевой пузырь, наружное оплодотворение, анальное отверстие.

### Контрольные вопросы

1. Систематика костных рыб.

2. Особенности морфологии костных рыб.

3. Пищеварительная и кровеносная системы костных рыб.

4. Строение нервной системы и органов чувств рыб.

5. Значение рыб в природе и жизни человека.

## Лабораторное занятие 19. ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОВОДНЫХ

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения земноводных на примере озерной лягушки.

**Материалы и оборудование:** готовые влажные препараты земноводных, влажные препараты головастика и лягушат, скелет лягушки, рисунки, видеофильм, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Позвоночные (Vertebrata).

**Класс** Земноводные (Amphibia).

**Отряд** Хвостатые (Caudata. seu Urodela).

**Вид** тритон обыкновенный (*Triturus vilgaris*).

**Отряд** Безногие (Apoda. seu Gymnophiona).

**Вид** червяга кольчатая (*Siphonops annulatus*).

**Отряд** Бесхвостые (Anura. seu Ecaudata).

**Виды:** жаба зеленая (*Bufo viridis*);  
лягушка озерная (*Rana ridibunda*).

### Ход занятия

**Задание 1.** На готовом влажном препарате озерной лягушки рассмотрите внешнее строение. Обратите внимание на форму тела, голую слизистую кожу, а также на очень большую ротовую щель, выпуклые глаза, подвижные веки, округлые барабанные перепонки, короткие передние и сильные (длинные) задние конечности.

*Зарисуйте* внешнее строение озерной лягушки. *Обозначьте:* ноздрю, глаза, барабанную перепонку, голень, стопу, пальцы с плавательной перепонкой, бедро, предплечье, кисть, плечо.

Тело лягушки подразделяется на голову и туловище. Шейный отдел почти не выражен, и голова непосредственно переходит в туловище. Хорошо развиты парные конечности – передние и задние. В отличие от рыб голова у них сочленяется с позвоночником подвижно.

**Покровы.** Кожа земноводных тонкая, голая, обычно покрыта слизью, выделяемой многочисленными кожными железами. У личинок слизистые железы одноклеточные, у взрослых – многоклеточные. Выделяемая слизь смачивает кожу, что важно для кожного дыхания. Слизь обладает бактерицидными свойствами, у некоторых земновод-

ных секрет кожных желез ядовит и может быть смертельно опасен даже для человека. Степень ороговения эпидермиса у разных видов земноводных далеко не одинакова. У личинок и тех видов, которые ведут в основном водный образ жизни, ороговение поверхностных слоев кожи развито слабо, но у жаб ороговевшей может быть до 60 % всей поверхности кожи на спинной стороне.

Кожа земноводных как бы свободно накинута на тело (особенно это выражено у бесхвостых), прикрепляясь в отдельных точках и образуя пазухи и полости, заполняемые водой и лимфой.

Окраска земноводных обычно носит покровительственный характер. Некоторые, как, например, древесная квакша, способны изменять ее, у ядовитых представителей она яркая, предупреждающая.

На уплощенной голове лягушки расположена очень большая ротовая щель, выпуклые глаза, пара наружных ноздрей, а позади глаз – две округлые барабанные перепонки (рис. 69).

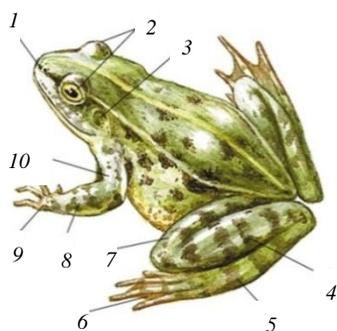


Рис. 69. Внешнее строение озерной лягушки: 1 – ноздря; 2 – глаза; 3 – барабанная перепонка; 4 – голень; 5 – стопа; 6 – пальцы с плавательной перепонкой; 7 – бедро; 8 – предплечье; 9 – кисть; 10 – плечо

Глаза лягушки снабжены подвижными веками, защищающими глаза от загрязнения и высыхания. При этом помимо верхнего и нижнего век, имеется третье веко, или мигательная перепонка. Глазные яблоки лягушек способны вдвигаться внутрь ротовой полости при акте заглатывания пищи, при этом помогая проталкиванию пищевого кома в пищевод.

Наружные ноздри изнутри закрываются особыми клапанами. Барабанная перепонка закрывает снаружи полость среднего уха, появление

которого также вызвано наземным образом жизни и является прогрессивной чертой по сравнению с рыбами.

У зеленых лягушек (озерной и прудовой) около заднего края рта расположены резонаторы, или голосовые мешки, которые при квакании надуваются наподобие пузырей, усиливая звуки (рис. 70).



Рис. 70. Голосовые мешки (резонаторы) лягушки

На верхней челюсти у лягушки находятся мелкие зубы, тогда как на нижней они отсутствуют. Мускульный язык прикреплен передним концом к нижней челюсти, а задний свободный конец языка глубоко вырезан.

На крыше ротовой полости, в самых дальних углах рта открываются отверстия две евстахиевы трубы, соединяющие полость среднего уха с ротовой полостью. На нижней стороне ротовой полости, на бугорке, который расположен сзади языка, открывается узкая гортанная щель, ведущая в дыхательные пути. Позади бугорка находится вход в пищевод.

Конечности лягушки типично наземные, пятипалого типа, имеют сложную собственную мускулатуру и представляют систему трех рычагов. В связи с особым способом передвижения (прыганье) задние конечности развиты значительно сильнее передних.

Короткие передние конечности подразделяются на плечо, предплечье и кисть. Имеется всего четыре пальца. На основании внутреннего пальца у самцов расположено вздутие – половая бородавка.

Сильная и длинная задняя конечность имеет также три отдела: бедро, голень и стопу. Пальцев пять, и все они связаны плавательной пе-

репонкой. У основания внутреннего и внешнего пальцев находятся внутренний и внешний пяточные бугры – важные систематические признаки лягушек.

**Задание 2.** Рассмотрите в предложенном иллюстрированном материале общее расположение внутренних органов, строение скелета, пищеварительную систему, органы дыхания, кровеносную систему, органы размножения, головной мозг. Обратите внимание на ротоглоточную полость, мускулистый язык, мелкие зубы, множественность типов дыхания, трехкамерное сердце, органы кроветворения (селезенка и красный костный мозг), парные мезонефрические почки, наружное оплодотворение, метаморфоз, разделенный на два полушария передний мозг.

*Зарисуйте* внутреннее строение лягушки. *Обозначьте*: сердце, легкое, печень, желчный пузырь, желудок, поджелудочную железу, яичник, почку, тонкую кишку, яйцевод, селезенку, толстую кишку, клоаку, мочевой пузырь.

*Скелет* земноводных в большей степени хрящевой и состоит из черепа, позвоночника, костей конечностей и их поясов.

Позвоночник разделяется на четыре отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. Шейный и крестцовый отделы включают всего по одному позвонку. Число туловищных и хвостовых позвонков различно. У бесхвостых амфибий рудименты хвостовых позвонков срастаются в длинную косточку – уростиль. У некоторых хвостатых земноводных позвонки двояковогнутые, и между ними сохраняются остатки хорды. У большинства же амфибий они либо выпуклые спереди и вогнутые сзади, либо наоборот – вогнутые спереди и выпуклые сзади. Ребра отсутствуют, соответственно отсутствует и грудная клетка.

Череп в основном хрящевой с небольшим числом накладных (вторичных) и основных (первичных) костей (рис. 71). С переходом от жаберного дыхания водных предков амфибий к легочному висцеральный скелет изменился. Подъязычный аппарат состоит из элементов скелета черепа. Верхняя часть подъязычной дуги – подвесок, к которому у низших рыб прикрепляются челюсти, у амфибий в связи со срастанием первичной верхней челюсти с черепом она превратилась в маленькую слуховую косточку – стремя, расположенную в среднем ухе. Характерно широкое основание черепа, что повышает эффективность как захвата пищи, так и дыхания.

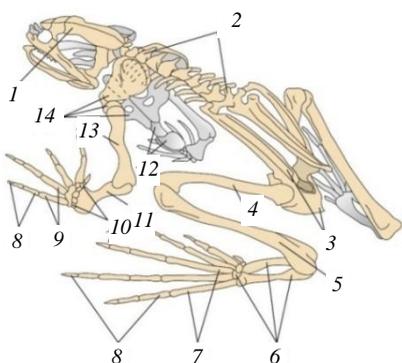


Рис. 71. Скелет лягушки: 1 – череп; 2 – позвоночник; 3 – пояс задних конечностей; 4 – бедренная кость; 5 – кость голени; 6 – предплюсна; 7 – плюсна; 8 – фаланги пальцев; 9 – палец; 10 – запястье; 11 – кость предплечья; 12 – грудина; 13 – плечевая кость; 14 – пояс передних конечностей

Скелет конечностей и их поясов складывается из элементов, характерных для пятипалых конечностей наземных позвоночных животных.

Парные конечности построены по типу системы рычагов, соединенных шарнирными суставами. Передние конечности у бесхвостых намного короче задних.

Пояс передних конечностей (плечевой пояс) имеет вид полукольца, лежащего в толще мускулатуры. Основные элементы – парные лопатки и коракоиды, образующие суставные впадины для сочленения с головкой плеча.

Пояс задних конечностей (тазовый пояс) состоит из 3 элементов, в месте соединения которых образуется вертлужная впадина для присоединения головки бедра. Это длинные подвздошные кости, прикрепляющие тазовый пояс к крестцовому позвонку осевого скелета, седалищные кости и лобковый хрящ.

*Мускулатура* земноводных в связи с более разнообразными движениями и развитием конечностей, приспособленных к движению по суше, в значительной степени теряет метамерное строение, характерное для рыб, и приобретает большую дифференцировку. Скелетная мускулатура представлена множеством отдельных мышц, число которых у лягушки превышает 350. Развита мощная мускулатура конечностей.

В связи с переходом к наземно-воздушному образу жизни преобразуется и совершенствуется центральная нервная система. В головном мозге заметно увеличивается передний мозг, разделенный на два полушария. Прогрессивными чертами следует считать и наличие нервных клеток не только в дне и боковых стенках, но и в крыше полушарий. Промежуточный мозг сверху имеет придаток – эпифиз, а от дна промежуточного мозга отходит воронка, с которой связан гипофиз. Средний мозг и мозжечок развиты слабо, что и определяет однообразие и простоту движений амфибий (рис. 72).

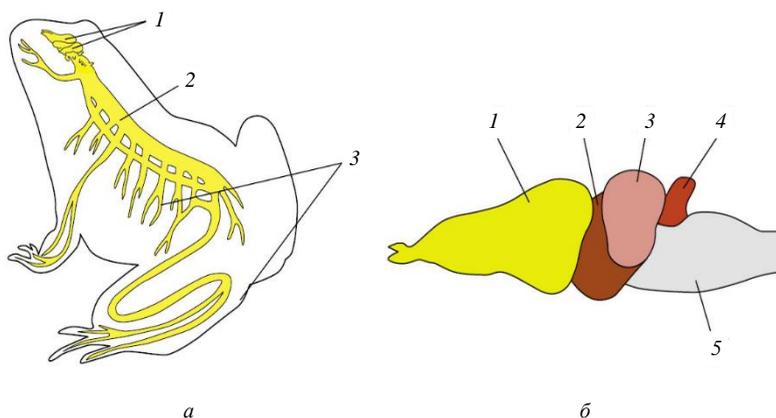


Рис. 72. Нервная система лягушки: *а* – общая схема: 1 – головной мозг; 2 – спинной мозг; 3 – нервы; *б* – схема головного мозга: 1 – передний мозг; 2 – промежуточный мозг; 3 – средний мозг; 4 – мозжечок; 5 – продолговатый мозг

Спинной мозг сплюснен в дорсовентральном направлении, имеет плечевое и поясничное утолщения, связанные с отхождением нервных сплетений, иннервирующих передние и задние конечности. Усиливается разделение серого и белого вещества, т. е. происходит дальнейшая дифференциация проводящих трактов. У бесхвостых амфибий 10 пар спинномозговых нервов.

*Органы чувств* у амфибий получили в процессе эволюции прогрессивное развитие. У земноводных с наземным образом жизни преимущественно развиваются зрение и слух.

Органы зрения хорошо развиты у большинства земноводных. Роговица глаза стала выпуклой, хрусталик приобрел форму двояковыпук-

лой линзы с более плоской передней поверхностью. Аккомодация происходит за счет перемещения хрусталика. Глаза защищены подвижными веками, образующимися в процессе метаморфоза. У многих развито цветовосприятие. Зрение устроено так, что неподвижные земноводные воспринимают лишь движущие объекты, а при движении начинают различать и неподвижные предметы.

В связи с тем что воздушная среда хуже проводит звуковые волны, органы слуха земноводных представлены как внутренним, так и средним ухом (барабанной полостью) со слуховой косточкой – стремением. Среднее ухо снаружи ограничено от внешней среды барабанной перепонкой и сообщается с глоткой каналом (евстахиевой трубой), что позволяет уравнивать давление воздуха в нем с давлением воздуха во внешней среде. В связи с новообразованиями чувствительность слуха велика (воспринимают звуки от 30 до 15000 Гц).

Орган вкуса развит очень слабо. Скопления чувствующих клеток, разбросанных по ротовой полости и языку, служат в основном органами осязания, позволяющими ощущать положение пищевого объекта в ротовой полости.

Органы осязания представлены осязательными тельцами в поверхностных слоях кожи. Они воспринимают температурные, болевые и тактильные ощущения.

*Пищеварительная система.* В большинстве своем земноводные животоядные. Чаще всего они подкарауливают и скрадывают добычу с помощью липкого выбрасывающего языка.

Широкий рот ведет в обширную ротоглоточную полость у многих земноводных на челюстях, а обычно также на небе расположены мелкие зубы, помогающие удерживать добычу. На дне ротовой полости имеется мускулистый язык, способный выдвигаться (выбрасываться) наружу. Мускульный язык амфибии используют для ловли насекомых. При отсутствии такого языка пища захватывается челюстями, при проглатывании добычи используются еще и глаза. Так, лягушка сокращением мышц втягивает глаза вглубь ротовой полости, проталкивая пищу в пищевод, которая поступает далее в мешкообразный, слабо выраженный желудок. У земноводных имеются слюнные железы, которые смачивают пищевой ком и способствуют его лучшему прохождению по пищеводу. Из желудка пища поступает в сравнительно короткий кишечник, который разделен на отделы (тонкий, средний и толстый). От желудка отходит двенадцатиперстная кишка, в просвет которой впадает желчный проток печени, в него же открываются и протоки поджелудочной же-

лезы, лежащей между желудком и двенадцатиперстной кишкой. В тонком кишечнике происходит всасывание пищи (превышает длину тела в 2–4 раза). В прямой кишке происходит всасывание воды и формирование каловых масс. Пищеварительная система заканчивается клоакой, куда открываются также мочеточники, канал мочевого пузыря и половые протоки (рис. 73).

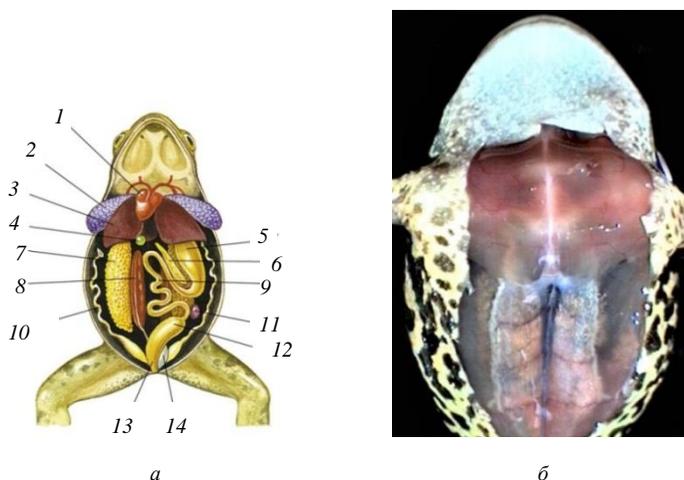


Рис. 73. Строение лягушки (самки): а – внутреннее строение: 1 – сердце; 2 – легкое; 3 – печень; 4 – желчный пузырь; 5 – желудок; 6 – поджелудочная железа; 7 – яичник; 8 – почка; 9 – тонкая кишка; 10 – яйцевод; 11 – селезенка; 12 – толстая кишка; 13 – клоака; 14 – мочевого пузырь; б – препарированный образец

*Органы дыхания* изменяются с возрастом животного. Личинки земноводных дышат наружными или внутренними жабрами. У взрослых амфибий развиваются легкие, хотя у некоторых хвостатых амфибий жабры сохраняются пожизненно. Легкие устроены просто и имеют вид тонкостенных эластичных мешков, иногда со складками на внутренней поверхности. Отношение поверхности легких к поверхности тела равно примерно 2:3.

Акт дыхания осуществляется за счет поднятия-опускания дна ротоглоточной полости. При опускании дна воздух через ноздри засасывается в ротоглоточную полость. Затем ноздри закрываются, открывается гортанная щель, и воздух из легких выходит в ротоглоточную полость и смешивается там с атмосферным. Дно ротоглоточной полости

постепенно поднимается, и смешанный воздух нагнетается в легкие. После этого гортанная щель закрывается и остатки смешанного воздуха из ротоглоточной полости через ноздри выталкиваются наружу.

При таком дыхании в газообмене одновременно участвуют легкие и слизистая ротоглоточной полости. В минуту совершается 70–180 дыхательных движений дна ротоглоточной полости.

В дополнение к легочному большую роль играет кожное дыхание: именно через кожу выделяется до 80 % диоксида углерода и поступает до 50 % кислорода. Кожное дыхание является приспособлением для обитания в воде; во время спячки, которая у многих амфибий проходит в водоемах, эти животные также пользуются кожным дыханием. При нырянии легкие земноводных играют роль, сходную с ролью плавательного пузыря рыб.

*Кровеносная система* земноводных претерпела существенные преобразования и значительно отличается от таковой у рыб. В связи с появлением легких возникли второй круг кровообращения и трехкамерное сердце (рис. 74).

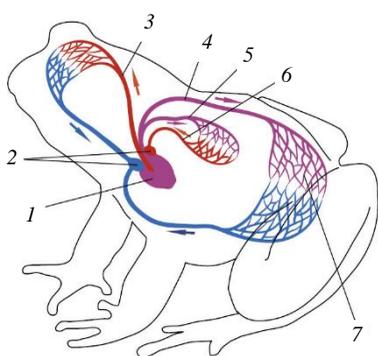


Рис. 74. Кровеносная система лягушки: а – схема кровеносной системы: 1 – желудочек; 2 – левое и правое предсердия; 3 – сонная артерия; 4 – аорта; 5 – легочная артерия; 6 – легочная вена; 7 – капиллярная сеть внутренних органов; б – внешний вид сердца лягушки

Сердце у лягушки трехкамерное, оно состоит из правого и левого предсердий и желудочка. Правое предсердие более объемисто – в него по венам собирается кровь со всего тела, в левое же поступает кровь только от легких.

Желудочек толстостенный, его внутренняя поверхность покрыта многочисленными выступами, между которыми располагаются карманообразные углубления.

Кроме указанных основных отделов сердца, имеется венозная пазуха (синус), сообщающаяся с правым предсердием, и отходящий с правой стороны желудочка артериальный конус.

От артериального конуса отходят три пары артериальных сосудов (артериальных дуг). Все три сосуда (дуги) левой и правой стороны идут вначале общим артериальным стволом, окруженным общей оболочкой, а затем разветвляются.

Схематично циркуляцию крови в сердце лягушки можно представить следующим образом. В правое предсердие попадает смешанная кровь, а в левое – артериальная (из легких). При сокращении предсердий кровь через общее отверстие поступает в желудочек. Здесь происходит дальнейшее смешивание крови. Однако в правой части желудочка преобладает венозная, а в левой – артериальная кровь. Отверстие, ведущее из желудочка в артериальный конус, расположено в правой части желудочка. Поэтому при сокращении желудочка первая порция крови, содержащая больше венозной крови, поступает в отверстие ближайшей легочной дуги, следующая порция – с преобладанием артериальной крови – в дуги аорты, а в основные артерии попадает порция с наименьшим содержанием венозной крови.

*Органы выделения* представлены у амфибий туловищными парными мезонефрическими почками (рис. 75). Это удлиненные компактные тела красновато-коричневого цвета, лежащие по бокам позвоночника. От каждой почки тянется к клоаке тонкий вольфов канал, который служит лишь выделительным протоком, или мочеточником, а у самцов он одновременно выполняет функцию и полового протока, или семяпровода. В клоаку вольфовы каналы открываются самостоятельными отверстиями. Также отдельно открывается в клоаку и мочевой пузырь. Моча поступает вначале в клоаку, а из нее в мочевой пузырь. После наполнения последнего через тоже отверстие моча выводится снова в клоаку, а затем наружу.

Продуктом выделения у взрослых земноводных является мочевины. Часть продуктов обмена выделяется через кожу, через нее же осуществляется и водообмен (при высокой влажности вода скапливается в лимфатических полостях, а при сухости теряется через кожу).

*Органы размножения* земноводных представлены парными половыми железами. У самцов это бобовидной формы семенники, расположенные в полости тела около почек (рис. 75). От семенников к поч-

кам тянутся тонкие семявыносящие каналцы. Половые продукты из семенника направляются через эти каналцы в тела почек, далее в вольфовы каналы и по ним в клоаку. Перед впадением в клоаку вольфовы каналы образуют небольшие расширения – семенные пузырьки, служащие для временного резервирования спермы.

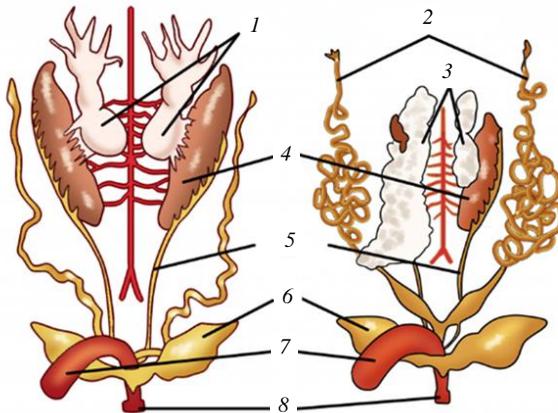


Рис. 75. Мочеполовые органы самца и самки лягушки: 1 – семенники; 2 – яйцеводы; 3 – яичники; 4 – почка; 5 – мочеточники; 6 – мочевой пузырь; 7 – задняя кишка; 8 – клоака

У самок органы размножения представлены большими парными яичниками (тонкостенные мешочки), которые у взрослых особей наполнены яйцами (рис. 75). В боковых частях полости тела расположены сильно извитые светлые яйцеводы, или мюллеровы каналы. Эти половые каналы непосредственно не связаны с яичниками, они открываются небольшими воронками близ легких в полость тела. Перед впадением в клоаку каждый яйцевод расширяется в так называемую матку. Зрелые яйца выпадают через разрывы стенок яичника в полость тела, затем захватываются воронками яйцеводов и по ним перемещаются в клоаку. Таким образом, у самок выделительные и половые протоки оказываются полностью разделенными.

Размножаются земноводные в большинстве случаев весной. Самки лягушек выметывают икру в воду, где ее оплодотворяют самцы, поливая семенем. Плодовитость земноводных колеблется в широких пределах. Обычная травяная лягушка выметывает весной 1–4 тыс., а зеленая лягушка – 5–10 тыс. икринок.

Большинство земноводных, отложив икру в воду и оплодотворив ее, не проявляет о ней заботы. Но некоторые виды заботятся о своем потомстве. Так, например, самец обыкновенной жабы-повитухи, наматывает шнуры оплодотворенной икры на задние ноги, а когда подходит пора появиться головастикам, он спускается в водоем, где головастики и вылупляются.

Развитие у земноводных проходит со сложным метаморфозом (рис. 76). Личинки бесхвостых амфибий (головастики) вылупляются из икры на 10–20-й день и с помощью присоски прикрепляются к подводным предметам. В этот период личинка питается остатками желтка, у нее развиты наружные жабры. С развитием жаберной крышки развиваются внутренние жабры, наружные редуцируются, прорывается ротовое отверстие, в котором развиваются роговые челюсти и роговые зубчики. С этого времени головастики начинают активно двигаться и питаться тиной и водной растительностью. Развивается хвост, служащий органом передвижения и дыхания.

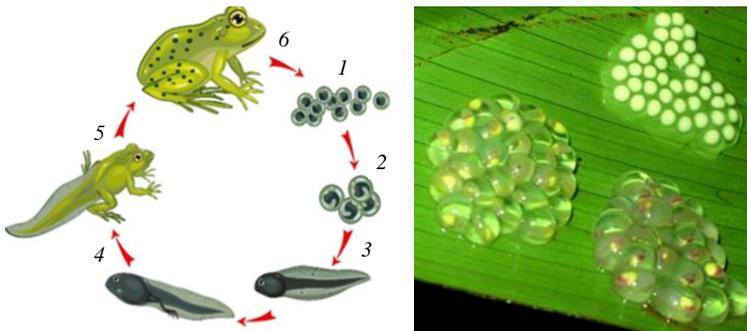


Рис. 76. Развитие лягушки: 1, 2 – икра; 3 – развитие плавниковых складок и наружных жабр; 4 – стадия появления, расчленения и подвижности задних конечностей; 5 – стадия освобождения передних конечностей, метаморфоза ротового аппарата и начала резорбции (рассасывания) хвоста; 6 – стадия выхода на сушу

На 20–25-й день после вылупления развиваются зачатки конечностей, прорываются хоаны, образуется гортанная щель, начинают развиваться легкие и преобразуется кровеносная система: сердце становится трехкамерным, формируется легочный круг кровообращения. Появляются мезонефрические почки, развиваются хрящевые позвонки, разрастается череп. На конечностях развиваются пальцы и формируются суставы. Начинается редукция внутренних жабр, легочное дыхание начинает преобладать над жаберным.

Еще через несколько дней конечности прорываются наружу, жабры исчезают, спадают роговые челюсти, заканчивается формирование скелета, хвост постепенно рассасывается и головастики превращаются в лягушку (метаморфоз заканчивается).

Метаморфоз в зависимости от условий среды может продолжаться от 30 дней до нескольких лет. Обычно метаморфоз заканчивается в первое лето жизни.

Большинство видов земноводных придерживаются влажных мест обитания, а некоторые из них всю жизнь проводят в воде, не выходя при этом на сушу. Также у земноводных температура тела зависит от температуры окружающей среды и поэтому их относят к холоднокровной группе животных. Зимой в условиях умеренного и холодного климата жизнедеятельность амфибий почти замирает.

**Задание 3.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Какие новые черты появляются во внешнем виде земноводных?
2. Как происходит дыхание и газообмен у амфибий?
3. Какие особенности строения осевого скелета существуют у земноводных?

**Задание 4.** *Объясните значение следующих терминов:* резонаторы, мускулистый язык, яacobсоновы органы, легочное дыхание, трехкамерное сердце, внутреннее оплодотворение, головастики, метаморфоз.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика земноводных.
2. Строение пищеварительной и кровеносной систем земноводных.
3. Нервная система и органы чувств земноводных.
4. Выделительная и половая системы амфибий.
5. Развитие и экологическое значение земноводных.

### **Лабораторное занятие 20. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ РЕПТИЛИЙ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения пресмыкающихся на примере ящерицы.

**Материалы и оборудование:** готовые влажные препараты рептилий, скелеты ящерицы, змеи, ужа, рисунки, видеофильм, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Позвоночные (Vertebrata).

**Класс** Пресмыкающиеся (Reptilia).

- Отряд** Крокодилы (*Crocodylia*).  
**Вид** крокодил нильский (*Crocodylus Niloticus*).  
**Отряд** Черепахи (*Testudines*).  
**Вид** черепаха болотная (*Emys Orbicularis*).  
**Отряд** Клювоголовые (*Rhynchocephalia*).  
**Вид** гаттерия (*Sphenodon Punctatus*).  
**Отряд** Чешуйчатые (*Squamata*).  
**Виды:** ящерица прыдкая (*Lacerta Agilis*);  
гадюка (*Vipera berus*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение на готовом влажном препарате ящерицы, змеи и черепахи. Обратите внимание на форму тела, роговую чешую, панцирь, особенности строения скелета, роговой клюв, расположение зубов, округлые барабанные перепонки, строение конечностей.

*Зарисуйте* внешнее строение ящерицы. *Обозначьте:* голову, глаз, ноздрю, рот, барабанную перепонку, конечности, туловище, хвост.

Современные рептилии ведут преимущественно наземный образ жизни. Обитают они в регионах с теплым и жарким климатом. Некоторые же проникают и в северные районы.

Пресмыкающиеся по сравнению с земноводными представляют собой следующий этап приспособления позвоночных животных к жизни на суше и поэтому их внешний вид и форма тела также довольно разнообразны. Это первый настоящий класс наземных позвоночных животных. Наиболее характерны следующие три типа внешнего строения рептилий: ящерицеобразный (ящерицы, хамелеоны, крокодилы, клювоголовые), змееобразный (змеи и безногие ящерицы) и черепахообразный (черепахи).

Тело ящерицы включает в себя голову, туловище, конечности и хвост. Как правило, длинный и у некоторых видов цепкий (рис. 77). Голова слегка сплющена сверху и заострена спереди. Здесь находятся большой рот, по бокам головы глаза с нижними и верхними веками. Кроме них, в переднем углу глаза видна мигательная перепонка. Наружные ноздри открываются по бокам конца морды. Голова соединена короткой, но довольно подвижной шеей, которая переходит в удлиненное

туловище, подвижное благодаря гибкости позвоночника и развитию мышечной системы. Конечности ящериц расположены по бокам туловища. Они заканчиваются 5 пальцами с коготками.

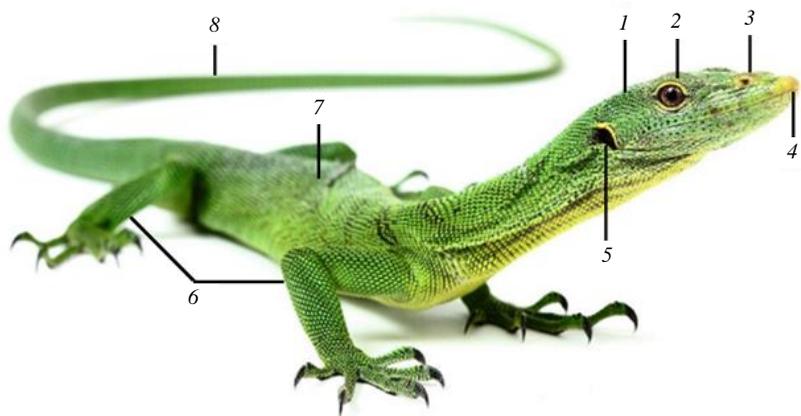


Рис. 77. Внешний вид ящерицы: 1 – голова; 2 – глаз; 3 – ноздря; 4 – рот; 5 – барабанная перепонка; 6 – конечности; 7 – туловище; 8 – хвост

У рептилий нередок лазательный тип конечностей, который хорошо выражен у хамелеонов. У гекконов, лазающих по гладкой поверхности камней, пальцы несут на концах своеобразные присоски. У летающих драконов на боках тела между передними и задними конечностями расположена кожистая складка, которая используется для планирования при прыжках.

Туловище постепенно переходит в длинный хвост, суживающийся к концу. У перехода туловища в хвост с брюшной стороны находится поперечное отверстие клоаки. У многих видов перед клоакой расположен большой клоакальный щиток.

Размеры рептилий колеблются от нескольких сантиметров до 11 м (анаконда, сетчатый питон). Окраска варьирует, часто с рисунком из пятен и полос. Нередко она носит покровительственный характер (средство пассивной защиты от хищников или способ сделаться незаметным для жертвы): от светло-серой и песчаной до черной, обычно с рисунком из полос и пятен.

*Покровы* пресмыкающихся существенно отличаются от кожных покровов амфибий и имеют черты приспособления к жизни в воздушной среде.

У большинства пресмыкающихся кожа покрыта роговыми чешуями, бугорками или щитками (рис. 78), которые служат защитой от иссушения, механических повреждений, проникновения микроорганизмов и ядовитых веществ. Поверхность ее сухая, кожные железы отсутствуют (кроме некоторых желез особого назначения).

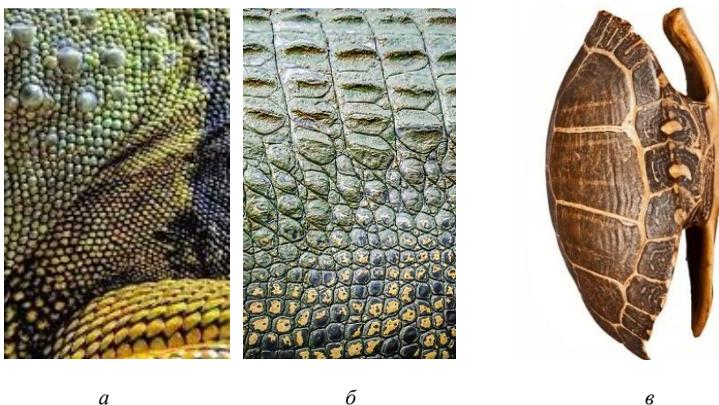


Рис. 78. Кожные покровы пресмыкающихся: *а* – роговые чешуи ящерицы и змеи; *б* – роговые чешуи и костные щиты крокодила; *в* – панцирь черепахи, состоящий из двух щитов

Верхний слой эпидермиса сильно ороговевает и постоянно слущивается. Его регенерация (восстановление) обеспечивается деятельностью нижнего живого слоя эпидермиса (рис. 79). Характерны периодические линьки. У некоторых видов под роговыми чешуйками залегают костные бляшки, развивающиеся как кожные окостенения в дерме. Кожа рептилий в отличие от кожи амфибий плотно прилегает к телу и не образует столь характерных (как у лягушек) подкожных лимфатических мешков. У ящериц по внутреннему краю бедер имеется ряд отверстий – бедренных пор, из которых в период размножения выделяется вязкая нитевидная масса, но значение этих пор пока неизвестно. На хвосте чешуйки расположены так, что придают покровам кольчатый вид.

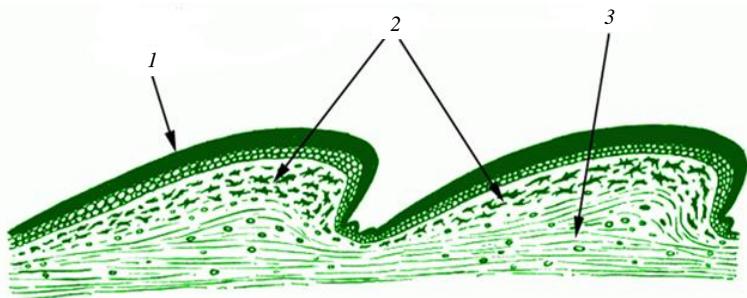


Рис. 79. Строение кожи пресмыкающихся: 1 – роговой слой (чешуя); 2 – эпидермис; 3 – кожа

**Задание 2.** Рассмотрите в предложенном иллюстрированном материале общее расположение внутренних органов, особенности строения скелета, нервную систему, пищеварительную систему, органы дыхания, кровеносную систему, органы размножения, выделительную систему. Обратите внимание на позвоночный столб, сочленение таза, пятипалые конечности, межреберную мускулатуру, яacobсонов орган, раздвоенный на конце язык, трехкамерное сердце, ячеистое строение легких, тазовые почки, яйцеживорождение.

*Зарисуйте* внутреннее строение ящерицы. *Обозначьте:* трахею, сердце, легкое, печень, желчный пузырь, желудок, селезенку, поджелудочную железу, кишечник, семенник, почку, семяпровод, мочевой пузырь, клоакальное отверстие.

*Скелет* пресмыкающихся (на примере ящерицы рис. 80) почти полностью образован костными элементами. Череп костный, затылочный мышелок один. Позвоночный столб подразделяется на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. В целом шейный отдел рептилий отличается от такового у земноводных не только большим количеством позвонков (8 позвонков), но и большей подвижностью. В шейном отделе позвоночника имеется атлант и эпистрофей, благодаря чему голова рептилий очень подвижна. Грудной и поясничный отделы у ящерицы содержат 22 позвонка, и все они снабжены подвижными ребрами. Ребра первых пяти пояснично-грудных позвонков причленяются к груди, образуя грудную клетку. Крестцовый отдел состоит из двух позвонков. Они несут широкие по-

перечные отростки, к которым причленяется таз. Таким образом, здесь сочленение таза с позвоночником прочнее, чем у земноводных. Хвостовой отдел состоит из многочисленных позвонков (несколько десятков).

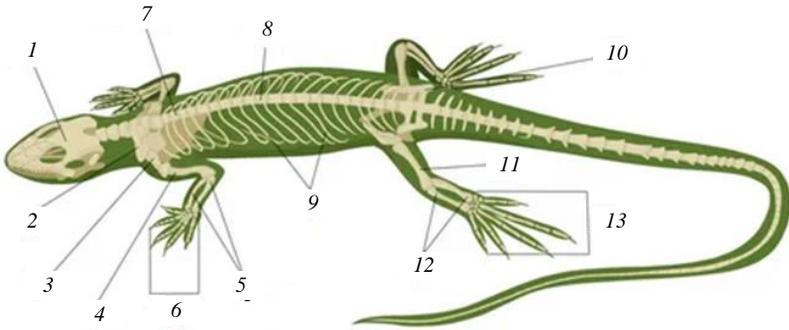


Рис. 80. Строение скелета ящерицы: 1 – череп; 2 – ключица; 3 – лопатка; 4 – плечо; 5 – кости предплечья; 6 – кисть; 7 – грудные позвонки; 8 – спинные позвонки; 9 – ребра; 10 – кости таза; 11 – бедро; 12 – кости голени; 13 – стопа

Скелет парных конечностей состоит из пояса и скелета свободной конечности. Пояс передних конечностей: парные лопатки, парные ключицы, парные вороньи кости (коракоиды), соединенные с грудиной (что обеспечивает большую прочность плечевого пояса). Пояс задних конечностей образован сросшимися костями таза. Тазовые кости у рептилий срослись с двумя позвонками, что укрепило пояс задних конечностей. Свободные конечности аналогичны по строению конечностям амфибий (наземного типа – состоящие из частей и обладающие собственной мышечной массой). У некоторых представителей класса конечности отсутствуют (змеи, безногие ящерицы). Скелет передней конечности представляет собой плечо, две кости предплечья (локтевая и лучевая), кости кисти (состоящая из частей: запястье, пясть, фаланги пальцев). Скелет задней конечности включает бедро, две кости голени (большая и малая берцовые), кости стопы.

*Мускулатура.* У рептилий почти не сохраняется метамерное расположение мускулатуры, которое свойственно низшим позвоночным. Достаточно хорошее развитие пятипалых конечностей, появление шейного отдела, большая расчлененность тела – все это привело к сложной дифференцировке мышечной системы. Появилась межребер-

ная мускулатура, играющая важную роль в механизме дыхания у всех высших позвоночных. Хорошо также развита шейная и жевательная мускулатура.

*Нервная система* более совершенна, чем у амфибий. Спинной мозг имеет цилиндрическую форму и представлен плечевым и поясничным утолщениями, соответствующими поясам конечностей. Головной мозг значительно больше, чем у амфибий, особенно у крокодилов и черепах. Для рептилий характерны изгибание ствола и стремление крупных полушарий надвинуться на лежащие позади промежуточный и средний мозг. Полушария переднего мозга без резких границ переходят в обонятельные луковицы, от которых начинаются обонятельные нервы (рис. 81).

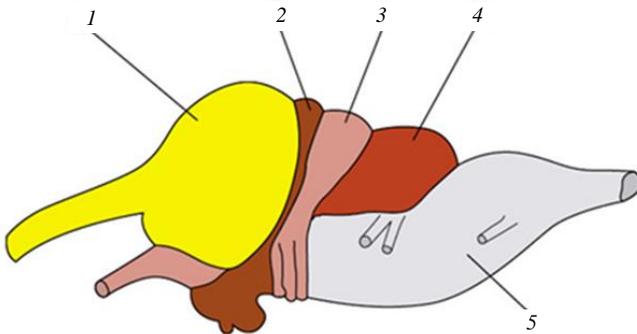


Рис. 81. Схема строения головного мозга ящерицы:  
1 – передний мозг; 2 – промежуточный мозг; 3 – средний мозг;  
4 – мозжечок; 5 – продолговатый мозг

Увеличение размеров полушарий переднего мозга связано с появлением зачатков коры. Промежуточный мозг почти совсем закрыт сверху передним мозгом. Средний мозг представлен хорошо развитым двуххолмием, которое выполняет функции зрительных центров. Двигательные отделы включают в себя задний и продолговатый мозг. Это крупный комплекс мозга, который прикрыт сверху мозжечком.

*Органы чувств* в большей мере соответствуют наземному образу жизни. Орган обоняния у рептилий представлен двумя системами: основной (обонятельный эпителий носовых мешков) и добавочной (якобсонов орган). Носовая полость парная, сообщается с ротовой и

глоточной полостью через хоаны. У ящериц и змей часто встречается парная полость, лежащая книзу от носовой и открывающаяся особым отверстием в ротовую полость. На дне полости расположены хемочувствительные карманы – яacobсонов орган, в который рептилии вкладывают раздвоенный на конце язык. Слуховой аппарат рептилий состоит из внутреннего и среднего уха, в котором находится одна слуховая косточка – стремя. В перепончатом лабиринте обособляется улитка, представляющая собой мешкообразный выступ.

Глаза пресмыкающихся имеют веки, но у змей и некоторых ящериц они срстаются, образуя прозрачную пленку, защищающую глаз (развито цветовое зрение). Имеются слезные железы. Зрение играет важную, если не главную роль. Нижнее веко развито лучше и более подвижно. Есть третье веко – мигательная перепонка, закрывающая глаз из его переднего угла. У ночных видов зрачок вертикальный. Ресничная мышца образована поперечнополосатой мускулатурой и не только перемещает хрусталик, но и несколько меняет его форму. Это в условиях наземной среды имеет большое значение для различения предметов на разных расстояниях.

Орган вкуса – вкусовые луковицы, расположенные в основном в глотке. Осязание выражено отчетливо. Несмотря на ороговение, в чешуйках кожи многих рептилий найдены осязательные пятна, а под чешуйками существует развитая сеть осязательных телец с нервными окончаниями.

*Органы пищеварения* устроены сложнее, чем у амфибий. Пищеварительный тракт начинается ротовой полостью, в которой находятся язык и зубы. Зубы свойственны большинству рептилий. Они прирастают к краям соответствующих костей и только у крокодилов они сидят в альвеолах. На дне ротовой полости находится подвижный мускулистый язык, способный далеко выбрасываться. Форма языка весьма различна. У змей и многих ящериц он тонкий и часто раздвоенный на конце. У хамелеонов, напротив, на конце язык расширен. У черепах и крокодилов носоглоточные ходы отделены от ротовой полости вторичным костным небом. Благодаря образованию вторичного неба хоаны отодвинуты назад и открываются в глотку. Воздух, вдыхаемый через ноздри, поступает в глотку и далее по трахее в легкие, минуя ротовую полость (рис. 82).

Это позволяет животному дышать при заглатывании пищи. Ротовые слюнные железы относительно хорошо развиты, и слюна содержит пи-

щеварительные ферменты. Ротовая полость четко отграничена от глотки. Пищевод ведет в хорошо развитый желудок. Желудок четко выражен, снабжен сильной мускулатурой. Кишечник ясно подразделяется на более длинную тонкую и относительно короткую толстую кишку. Между тонкими и толстыми кишками расположена зачаточная слепая кишка. Она хорошо развита только у растительноядных (черепах). Поджелудочная железа имеет свой проток. У рептилий имеется желчный пузырь, проток которого впадает в кишечник рядом с протоком поджелудочной железы. Имеется клоака. У пресмыкающихся значительно расширен спектр кормов. Они могут расчленять пищевой объект, способны долго голодать.

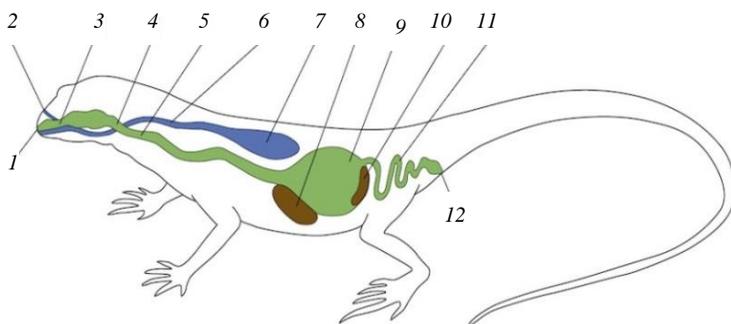


Рис. 82. Схема пищеварительной и дыхательной систем ящерицы: 1 – рот; 2 – ноздри; 3 – ротовая полость; 4 – глотка; 5 – пищевод; 6 – трахея; 7 – легкое; 8 – печень; 9 – желудок; 10 – поджелудочная железа; 11 – кишечник; 12 – клоака

*Органы дыхания* – легкие – имеют большую дыхательную поверхность за счет ячеистого строения, кожное дыхание отсутствует (рис. 82). Развита воздухопроводящие пути – трахея, бронхи, в которых воздух увлажняется и не иссушает легкие. От глотки начинается трахея (дыхательное горло), которая делится на два бронха, ведущих в мешковидные легкие.

В полости легкого располагается множество складок и мелких ячеек, увеличивающих поверхность газообмена. Особенно хорошо это выражено у черепах и крокодилов, у которых легкие губчатые. Воздух не нагнетается в легкие, как у амфибий, а втягивается и выталкивается обратно за счет изменения объема грудной клетки. Газообмен у зародыша,

развивающегося в яйце, осуществляется с помощью сосудов аллантаоиса и желточного мешка.

*Кровеносная система* пресмыкающихся по сравнению с кровеносной системой земноводных имеет ряд черт, лучше соответствующих наземному образу жизни. Сердце большинства рептилий, хотя и остается еще трехкамерным, разделение крови на артериальную и венозную у них осуществляется гораздо более совершенным путем, так как перегородка между предсердиями всегда полная и каждое самостоятельно открывается в соответствующую часть желудочка (рис. 83). Кроме того, неполная перегородка имеется и в желудочке. За счет этой перегородки желудочек на короткое время во время диастолы полностью разделен на левую и правую половины. У крокодилов желудочек перегороден полностью, превращая тем самым трехкамерное сердце в четырехкамерное. Из желудочка выходят три самостоятельных артериальных ствола.

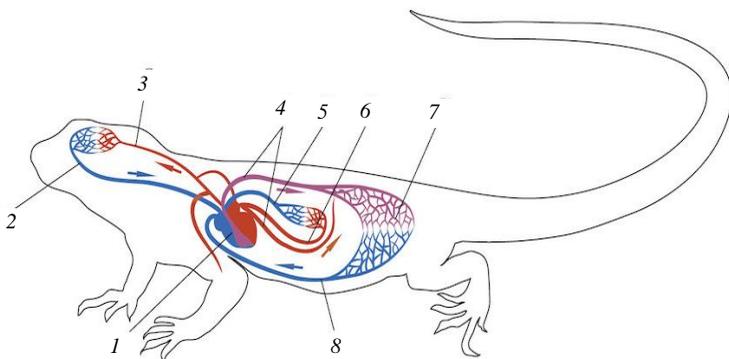


Рис. 83. Схема строения кровеносной системы ящерицы: 1 – сердце; 2 – яремная вена; 3 – сонная артерия; 4 – левая и правая дуги аорты; 5 – легочная вена; 6 – легочная артерия; 7 – капиллярная сеть внутренних органов; 8 – кишечная вена

От правой части желудочка отходит общий ствол легочных артерий, по которым практически венозная кровь поступает к легким. От левой части желудочка отходит правая дуга аорты (загибающаяся направо), от которой, в свою очередь, отходят сонные и подключичные артерии, снабжающие артериальной кровью передний отдел тела и головной мозг. От середины желудочка (содержит смешанную кровь) отходит левая дуга аорты, которая, обогнув сердце, соединяется с правой дугой аорты и образует спинную аорту. Многочисленные сосуды, отходящие

от нее, несут кровь к различным органам тела. Таким образом, у рептилий более полно разделены артериальный и венозный потоки, но в связи с двумя дугами аорты кровь в артериях смешанная (рис. 83).

Венозная система не имеет существенных отличий в сравнении с таковой бесхвостых амфибий. По задней полой вене – основному венозному сосуду туловища – кровь поступает в правое предсердие. В заднюю полую вену впадает и печеночная вена, выносящая кровь, поступившую туда от кишечника и прошедшую через воротную систему сосудов печени. От головы кровь собирается в парные яремные вены, которые, соединившись с парными подключичными венами, образуют две передние (левую и правую) полые вены, впадающие в правое предсердие. В левое предсердие изливают кровь легочные вены, которые у некоторых видов перед впадением в сердце объединяются в один сосуд.

*Органы выделения* представлены тазовыми почками, которые расположены в тазовой области и по микроструктуре отличаются от туловищных почек (рис. 84). Туловищные почки возникают только как зародышевый орган и функционируют до вылупления животных из яйца или некоторое время спустя после вылупления.

У взрослых рептилий моча по мочеточникам оттекает в клоаку, а из нее – в мочевой пузырь. В нем вода дополнительно всасывается в кровеносные капилляры и возвращается в организм, после чего моча выводится наружу. Конечным продуктом является мочевая кислота, а не как у земноводных мочевины. При этом экономится примерно в 200 раз больше воды по сравнению с земноводными. С брюшной стороны в клоаку открывается мочевой пузырь. У крокодилов, змей и некоторых ящериц мочевой пузырь недоразвит.

*Органы размножения.* Размножение происходит на суше (у морских змей – в воде). Половые железы лежат в полости тела по бокам позвоночника. Оплодотворение внутреннее. Все рептилии, кроме гаттерии, имеют копулятивные органы. У ящериц и змей они представляют собой парные выросты задней стенки клоаки, которые в период полового возбуждения выворачиваются наружу (рис. 84). У крокодилов и черепах копулятивный орган непарный и также представляет собой вырост стенки клоаки. Яйца, защищенные от высыхания кожистой или скорлуповой оболочкой, рептилии откладывают на суше. У черепах и крокодилов появляется белковая оболочка. Развитие пресмыкающихся прямое, без метаморфоза. В связи с наземным образом жизни у зародышей пресмыкающихся появляются две зародышевые оболочки – амнион и аллантоис. Амнион – это мешок, заполненный

амниотической жидкостью, в которой плавает зародыш. Аллantoис выполняет роль органа дыхания и зародышевого мочевого пузыря.

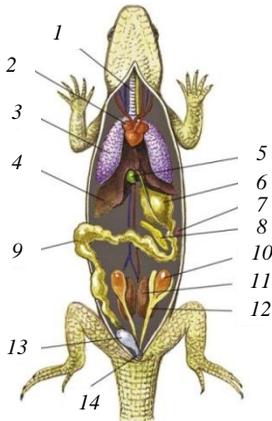


Рис. 84. Строение ящерицы (самца): а – внутреннее строение ящерицы: 1 – трахея; 2 – сердце; 3 – легкие; 4 – печень; 5 – желчный пузырь; 6 – желудок; 7 – селезенка; 8 – поджелудочная железа; 9 – кишечник; 10 – семенник; 11 – почка; 12 – семяпровод; 13 – мочевой пузырь; 14 – клоакальное отверстие; б – препарированный образец

Большинство пресмыкающихся размножаются путем откладывания яиц. Их яйца по строению сходны с яйцами птиц. Самки обычно откладывают яйца в углубления на почве или в трещины скал, под кору деревьев, в навоз. Срок инкубации зависит от температуры окружающей среды. Некоторые пресмыкающиеся, например крокодилы, охраняют кладку яиц. У других наблюдается яйцеживорождение. В этом случае оплодотворенные яйца остаются в теле матери и в них развиваются молодые животные, которые выходят из яиц тотчас же после их откладки.

Питаются пресмыкающиеся преимущественно мелкими беспозвоночными, главным образом насекомыми. Крупные нападают на позвоночных животных. Ядовитые змеи убивают жертву, вонзая в нее ядовитые зубы, по каналам или бороздкам которых в ранку стекает яд, вырабатываемый специальными видоизмененными слюнными железами. Имеются также и растительноядные пресмыкающиеся, поедающие траву и плоды (сухопутные черепахи), а также всеядные.

**Задание 3.** Заполните табл. 12.

Таблица 12. **Черты сходства и различия во внешнем и внутреннем строении класса Земноводные и Пресмыкающиеся**

Признаки сравнения	Общие черты строения	Класс Земноводные	Класс Пресмыкающиеся
Форма тела			
Строение скелета			
Органы дыхания			
Кровеносная система			
Развитие с метаморфозом			
Размножение на суше			
Оплодотворение внутреннее			

**Задание 4.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Какие общие признаки организации характеризуют класс пресмыкающихся?
2. К каким местам обитания приспособлены рептилии?
3. Какие особенности строения и образа жизни характерны для представителей чешуйчатых?
4. Каково значение рептилий в природе и жизни человека?

**Задание 5.** *Объясните значение следующих терминов:* роговой покров, костный панцирь, когти, роговой клюв, атлант, эпистрофей, ко-ракоид, слепая кишка, легкие, трехкамерное сердце, смешанная кровь, тазовые почки, мочевая кислота, яйцеживорождение.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика пресмыкающихся.
2. Строение кожи и скелет пресмыкающихся.
3. Мускулатура и пищеварительная система рептилий.
4. Дыхательная и кровеносная системы пресмыкающихся.
5. Выделительная и половая системы рептилий.
6. Нервная система и органы чувств пресмыкающихся.
7. Особенности развития рептилий.

### **Лабораторное занятие 21. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ПТИЦ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения птиц на примере голубя.

**Материалы и оборудование:** влажные препараты и чучела птиц, скелет голубя, рисунки, видеофильм, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Позвоночные (Vertebrata).

**Класс** Птицы (Aves).

**Надотряд** Плавающие птицы (Impennes).

**Отряд** Пингвинообразные (Sphenisciformes).

**Вид** пингвин императорский (*Aptenodytes forsteri*).

**Надотряд** Бегающие, или Страусовые, птицы (Ratitae).

**Отряд** Страусообразные (Struthioniformes).

**Вид** страус африканский (*Sruthio camelus*).

**Надотряд** Типичные птицы (Neognathae).

**Отряд** Аистообразные (Ciconiormes).

**Вид** аист белый (*Ciconia ciconia*).

**Отряд** Голубеобразные (Columbiformes).

**Вид** голубь сизый (*Columba livia*).

**Отряд** Воробьинообразные (Passeriformes).

**Вид** скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*).

### Ход занятия

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение га готовом влажном препарате и чучеле голубя. Обратите внимание на форму тела, клюв, восковицу, производные кожи, строение конечностей, разнообразие перьевого покрова.

*Зарисуйте* внешнее строение голубя. *Обозначьте:* голову, глаз, основание клюва, клюв, ноздрю, туловище, крыло, хвост, цевку, пальцы.

Класс птиц объединяет около 9 тыс. видов высших специализированных позвоночных, приспособившихся к полету. Представители класса широко распространены на всех материках и островах. Они обитают в самых различных местах, включая внутренние части Антарктиды. Птицы – наиболее богатый видами класс позвоночных. Однако, являясь чрезвычайно разнообразными в деталях строения, по основным чертам организации все птицы очень однородны.

Внешний вид птиц отражает их приспособленность к полету. Размеры птиц широко варьируют: от самых мелких (например, колибри величиной со шмеля) до наиболее крупных (например, африканский страус высотой до 2,5 м). Тело птицы состоит из головы, шеи, туловища, передних и задних конечностей и хвоста (рис. 85).

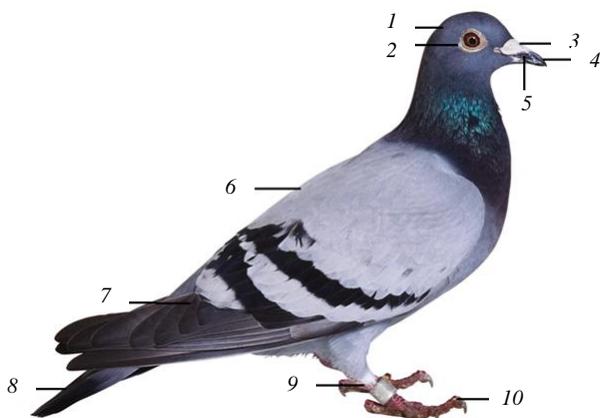


Рис. 85. Внешний вид голубя: 1 – голова; 2 – глаз; 3 – основание клюва; 4 – клюв; 5 – ноздря; 6 – туловище; 7 – крыло; 8 – хвост; 9 – цевка; 10 – пальцы

Голова небольшая и легкая. На голове расположены ротовая полость и органы чувств. Челюсти заканчиваются роговыми покровами, образующими клюв. Верхняя часть клюва – надклювье, а нижняя – подклювье. Основание надклювья одето вздутой беловатой кожицей – восковицей, она выполняет функцию осязания. Над ней лежат парные наружные ноздри. Глаза снабжены верхним и нижним веком, мигательной перепонкой. Книзу и позади каждого глаза находится наружное ухо. Голова соединена с подвижной, обычно длинной шеей. Туловище птиц компактное, обтекаемой формы, является опорой для прочного крепления крыльев. Передние конечности превращены в органы полета – крылья – в спокойном состоянии сложены и прижаты по бокам тела. Задние конечности у многих птиц небольшие, в полете прижимающиеся к туловищу. Коленный сустав задних конечностей скрыт под оперением. Нижний их отдел покрыт роговыми щитками. На концах пальцев, которых обычно бывает четыре, имеются когти, но иногда число пальцев сокращается до трех и даже двух (африканский страус). Хвост развит слабо, сильно укорочен и выполняет рулевую функцию. Большие вариации в размерах и форме отделов тела птиц обеспечивают приспособленность к разным типам питания и движения при сохранении внешнего однообразия.

*Покровы.* Кожа птиц тонкая, сухая, практически лишенная желез. Исключение составляет копчиковая железа, развитая у многих видов

птиц, особенно у водоплавающих, секрет которой используется для смазки перьев, что препятствует их намоканию. К производным кожи относятся также роговой чехол клюва, когти, роговые щитки на цевке.

Для птиц характерно наличие перьевого покрова. Основной его функцией является теплоизоляция, кроме того, перья обеспечивают обтекаемость тела и участвуют в образовании несущих плоскостей в полете – крыльев и хвоста.

Перо – роговое производное эпидермиса. Оно образовано роговым веществом – кератином. Отдельное перо состоит из очина (часть, погруженная в кожу), стержня и опахала (рис. 86).

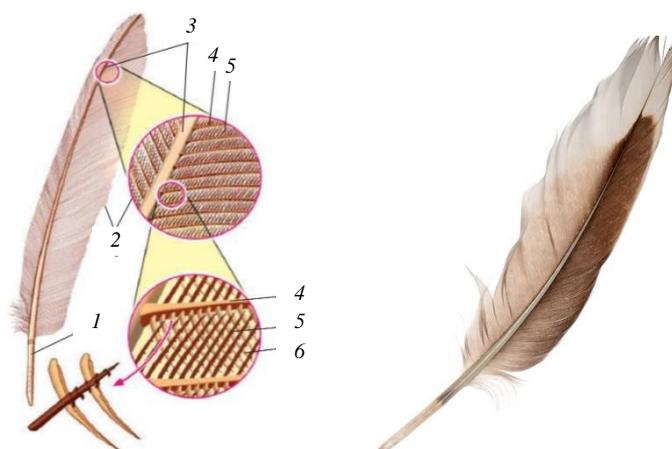


Рис. 86. Строение пера: 1 – очин; 2 – опахало; 3 – стержень; 4 – бороздки первого порядка; 5 – бороздки второго порядка; 6 – крючочки

Перья эволюционно развились из чешуи пресмыкающихся, они характерны для всех видов птиц и не встречаются у других животных. Роль перьевого покрова в жизни птиц велика и разнообразна. Перья различают по строению и функциям. Снаружи находятся контурные перья. В зависимости от места расположения их разделяют на группы. Так, длинные перья по заднему краю передней конечности, формирующие лопасть крыла, называют маховыми. Длинные перья хвоста – рулевыми, покрывающие верхнюю часть крыла – верхними кроющими крыла, верхнюю часть хвоста – надхвостьем. Под контурными перьями располагаются мелкие пуховые перья (рис. 87).



Рис. 87. Типы перьев: 1 – маховое; 2 – рулевое (перо хвоста); 3 – покровное; 4 – пуховое

Для птиц характерна регулярная, частичная или полная смена перьевого покрова путем линьки. При этом старые перья выпадают, а на их месте развиваются новые (иногда другой окраски). Число линек варьирует от одной до нескольких, обычно один или два раза в год.

Для большинства птиц характерна медленная и постепенная смена перьевого покрова, благодаря чему они сохраняют способность к полету (орлы), но у водоплавающих птиц линька протекает столь быстро, что они временно не могут летать (гуси). Большую роль играют сезонные линьки для зимующих птиц: так, у одного вида синицы летом насчитывается 1100 перьев, а зимой – 1700. У крупных видов птиц число перьев больше, чем у мелких, например: у колибри – 1 тыс.; у чаек – 5–6; у уток – 10–12; у лебедей – 25 тыс.

**Задание 2.** Рассмотрите в предложенном иллюстрированном материале общее расположение внутренних органов, особенности строения скелета, нервную систему, пищеварительную систему, органы дыхания, кровеносную систему, органы размножения, выделительную систему. Обратите внимание на особенности строения скелета, связанные с приспособлением к полету, развитие грудной мускулатуры, нервную систему, воздушные мешки в легких, строение пищеварительной системы, особенности размножения.

*Зарисуйте* внутреннее строение голубя. *Обозначьте*: трахею, бронх, легкое, сердце, железистый желудок, мускульный желудок, печень, селезенку, тонкую кишку, поджелудочную железу, почку, толстую кишку, семенник, семяпровод, мочеточник, клоаку, клоакальное отверстие.

Скелет птиц отличается рядом особенностей, связанных с приспособлением к полету и хождению по суше только на «задних» конечностях (рис. 88).

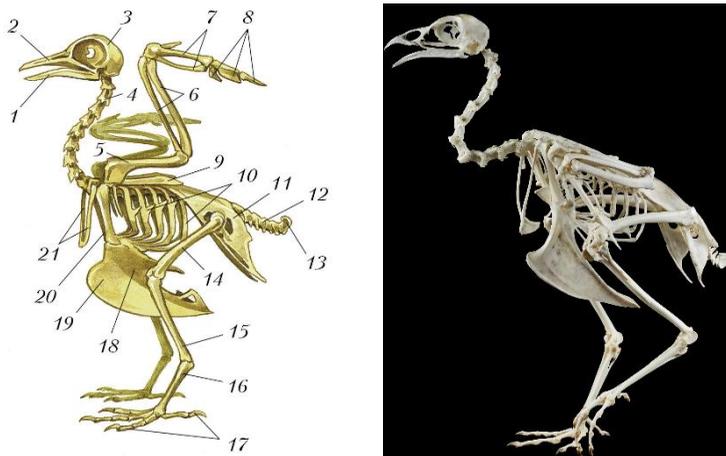


Рис. 88. Скелет голубя: 1 – нижняя челюсть; 2 – верхняя челюсть; 3 – мозговой отдел черепа; 4 – шейный отдел позвоночника; 5 – плечо; 6 – предплечье; 7 – прыжка; 8 – фаланги пальцев; 9 – лопатка; 10 – ребра; 11 – сложный крестец; 12 – хвостовой отдел позвоночника; 13 – копчиковая кость; 14 – бедро; 15 – голень; 16 – цевка; 17 – фаланги пальцев; 18 – грудина; 19 – киль грудины; 20 – коракоид; 21 – ключицы (вилочка)

Для костей скелета птиц характерна прочность и легкость, что важно для полета. Изменения в строении плечевого пояса и верхних конечностей в связи с полетом, тазового пояса и задних конечностей с возможностью двуногого передвижения по субстрату и плавания. Легкость его достигается тем, что у птиц кости тонкие и трубчатые, а их полости заполнены воздухом. Прочность скелета в значительной степени обусловлена срастанием отдельных костей еще на ранних стадиях индивидуального развития.

Череп птиц представлен большой тонкостенной мозговой коробкой, огромными глазницами, беззубыми челюстями. Позвоночник состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Шейный отдел длинный, очень подвижный. В связи с особым строением меняется объем грудной клетки, что имеет огромное значение при дыхании. Грудина широкая, слегка выгнутая наружу. К ее краям

причленяются грудные ребра. У огромного большинства современных птиц грудина несет костный киль, к которому слева и справа прикрепляются мышцы, приводящие в движения крылья. Могут срастаться некоторые кости плечевого пояса – все это обеспечивает плечевому поясу прочность, достаточную для нормальной работы прикрепленных к нему крыльев. Крылья состоят из типичных для верхних конечностей отделов: плечевая, локтевая и лучевая кости предплечья, а также сросшиеся кости кисти. Из пяти пальцев остаются только три. Тазовый пояс служит надежной опорой задним конечностям, что обеспечивается сращением подвздошных костей со сложным крестцом. Также благодаря тому, что тазовые кости не срастаются и имеют широкий промежуток, птицы способны откладывать довольно крупные яйца. Мощные задние конечности состоят из типичных для всех наземных животных костей, но при этом малая берцовая кость приращена к большой берцовой для укрепления голени. Кости плюсны сращены с частью костей предплюсны и образуют кость, свойственную только птицам – цевку. Три из четырех пальцев обычно направлены вперед, один – назад.

Относительная масса скелета составляет 8–10 % массы тела, как и у млекопитающих, поскольку у птиц очень длинные конечности – в 2–3 раза длиннее туловища. Рост костей у птиц ограничен.

*Мускулатура* птиц весьма своеобразна. Мышцы птиц хорошо развиты на конечностях, в шейном и хвостовом отделах тела. Наиболее мощно развиты мышцы и соответственно наиболее тяжелые (например, грудные) расположены на самом теле, от них к конечностям идут длинные и прочные сухожилия. Особенно развиты грудные и подключичные мышцы, приводящие в движение крылья. У хороших летунов масса грудных мышц может достигать 18–25 % массы тела. Хорошо развиты также мышцы ног (бедра), выполняющие большую работу при хождении птицы и передвижении по веткам деревьев, при взлете и посадке. Особые подкожные мышцы управляют положением перьев.

*Нервная система*, особенно центральный отдел, у птиц имеет более сложное строение, чем у рептилий, что соответствует более высокому уровню жизнедеятельности. Состоит из головного мозга, спинного мозга и отходящих от них нервов (рис. 89, а). Головной мозг (состоящий из пяти отделов) крупный, что обусловлено развитием полушарий переднего мозга и сильным развитием мозжечка (рис. 89, б).

В продолговатом мозге находятся центры, которые отвечают за пищеварение, кровообращение, дыхание и другие функции. Мозжечок, в свою очередь, отвечает за равновесие и сокращение мышц. Большие

полушария отвечают за ориентацию в пространстве, нахождение и употребление пищи, стройку гнезд, одним словом, за поведение птиц. Сильное развитие зрительных бугров среднего мозга, несущих зрительную функцию, обусловлено доминированием в жизни птиц зрения.

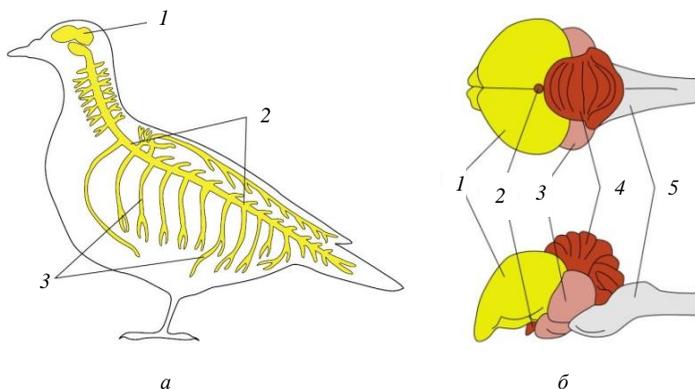


Рис. 89. Нервная система птицы: *а* – общий план строения: 1 – головной мозг; 2 – спинной мозг; 3 – периферическая нервная система; *б* – головной мозг: 1 – передний мозг; 2 – промежуточный мозг; 3 – средний мозг; 4 – мозжечок; 5 – продолговатый мозг

*Органы чувств* развиты у птиц в различной степени. К наименее развитым чувствам у птиц относят обоняние и вкус. Большинство видов с трудом различают запахи, исключение составляют хищники, например американские грифы. Вкус еды определяют вкусовые почки, располагающиеся у основания языка и на небе, но особой потребности в них нет, так как пища в основном просто заглатывается. Осязательные рецепторы находятся в разных местах. У некоторых видов они расположены возле оснований больших перьев на коже, а также на клюве в восковице. У сов для этого существуют специальные перья на клюве, у куликов и уток рецепторы находятся в челюстном аппарате, у попугаев – на языке. Лучше всего у птиц развиты зрение и слух. Их уши прикрыты перьями и лишены ушной раковины. Они состоят из внутреннего, среднего и зачатков наружного уха. В чувствительности к звукам они превосходят многих млекопитающих. Развитый лабиринт внутреннего уха обеспечивает птицам отличное чувство равновесия.

Наибольшее значение в жизни птиц имеет зрение, поэтому большинство из них – животные с дневной активностью. Глаза велики, у некоторых видов составляют до 4 % массы тела и сложно устроены. У соколообразных разрешающая способность глаза в 4–8 раз превышает таковую у человека. Сокол видит добычу размерами с галку на расстоянии 1 км. Совы видят при освещенности, в сотни раз меньшей, чем человек. У сов глазные яблоки располагаются в черепе, практически соприкасаются друг с другом и лишены мышц, поэтому они малоподвижны или неподвижны, зато очень подвижна голова.

*Органы пищеварения* начинаются ротовой полостью (рис. 90, а). Зубы у современных птиц отсутствуют, их частично заменяют острые края рогового чехла клюва, которым птица захватывает, удерживает и иногда размельчает пищу. Отсутствие зубов породило ряд других особенностей пищеварительной системы. За ротовой полостью идет пищевод. У некоторых птиц он образует расширение – зоб, где пища увлажняется, набухает и размягчается (рис. 90).

Из пищевода пища попадает в тонкостенный железистый отдел желудка, где смешивается с пищеварительными соками. За железистым желудком следует мускульный желудок. В данном отделе желудка пища перетирается благодаря тому, что стенки желудка образованы мощными мышцами, а в полости, выстланной твердой оболочкой, обильно находятся мелкие камешки, проглоченные птицей (рис. 90, б). Измельченная и смоченная секретом пищевых желез пища поступает далее в тонкую кишку, в которую открываются протоки хорошо развитых поджелудочной железы и двулопастной печени. Секреты двулопастной печени и поджелудочной железы способствуют перевариванию пищи. Далее кишечник представлен короткой прямой кишкой, которая не развита, и поэтому экскременты не накапливаются в кишечнике, что облегчает массу птицы. Заканчивается кишечник расширением – клоакой, в которую открываются мочеточники и протоки половых желез.

Во время миграций запасы жира могут составлять 30–50 % массы тела. Затрата птицами во время полета огромного количества энергии и высокий уровень обмена веществ обуславливают необходимость поглощения больших количеств пищи. У птиц наблюдается гиперфагия – избыточное потребление пищи. Мелкие виды птиц могут за день потреблять количество пищи, равное массе тела. Скорость переваривания пищи очень высокая, например, домовый сыч переваривает мышшь за 4 ч, а серый сорокопут – за 3 ч. У свиристелей ягоды рябины проходят весь кишечник за 8–10 мин, а у утки, вскрытой через 30 мин после того, как она проглотила карася, пищи уже не обнаружилось.

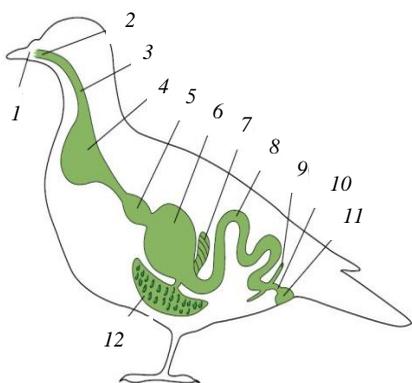


Рис. 90. Органы пищеварения птицы: *а* – схема пищеварительной системы: 1 – рот; 2 – глотка; 3 – пищевод; 4 – зоб; 5 – железистый желудок; 6 – мускульный желудок; 7 – поджелудочная железа; 8 – тонкая кишка; 9 – слепой отросток кишечника; 10 – толстая кишка; 11 – клоака; 12 – печень; *б* – внешний вид мускульного желудка

*Органы дыхания* птиц также несут признаки приспособления к полету, во время которого организм нуждается в усиленном газообмене (рис. 91). От глотки птицы отходит длинная трахея, которая в грудной полости делится на два бронха. На месте разделения трахеи на бронхи имеется расширение – нижняя гортань, в которой расположены головные связки. Нижняя гортань играет роль голосового аппарата и особенно сильно развита у птиц, поющих или издающих громкие звуки.

Легкие у птиц губчатые, маленькие по объему и очень большие по площади газообмена. Бронхи, войдя в легкие, разветвляются на все более мелкие ветви (бронхиолы), которые пронизывают их и впадают в воздушные мешки – тонкостенные образования, объем которых во много раз превышает объем легких. Воздушные мешки располагаются между внутренними органами, а их ответвления проходят между мышцами и заходят в кости. Эти мешки играют большую роль в дыхании птицы во время полета (рис. 91, *а*). Объем воздушных мешков примерно в 10 раз больше объема легких, но газообмен осуществляется только в легких.

У сидящей птицы дыхание осуществляется путем расширения и сжатия грудной клетки в результате движения грудины. В полете же, когда движущимся крыльям нужна твердая опора, грудная клетка

остается почти неподвижной и прохождение воздуха через легкие обусловливается в основном расширением и сжатием воздушных мешков. Этот процесс получил название «двойное дыхание», поскольку отдача кислорода в кровь происходит как при вдохе, так и при выдохе. Полнота извлечения кислорода из воздуха при этом способе дыхания такова, что гуси способны достигать высоты 10 км. Воздушные мешки также участвуют в терморегуляции, уменьшают трение между органами и мышцами, способствуют акту дефекации. Путем изменения объема воздушных мешков ныряющие птицы регулируют свою плавучесть.

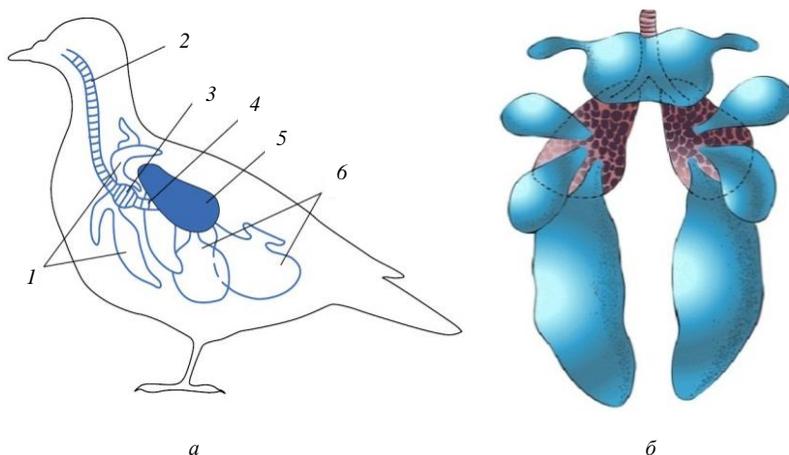


Рис. 91. Органы дыхания птицы: *a* – схема дыхательной системы птицы: 1 – передние воздушные мешки; 2 – трахея; 3 – нижняя гортань; 4 – центральный бронх; 5 – легкое; 6 – задние воздушные мешки; *б* – схема воздушных мешков птицы

Само дыхание в полете происходит в основном за счет работы крыльев. Чем быстрее машущий полет, тем интенсивнее дыхание. При подъеме крыльев легкие растягиваются и воздух засасывается в них, кроме того, воздух частично, минуя легкие, попадает в воздушные мешки. При опускании крыльев происходит выдох, причем через легкие проходит воздух из мешков, что способствует окислению крови в легких.

*Кровеносная система* птиц имеет два круга кровообращения. Сердце у птиц четырехкамерное, состоящее из двух предсердий и двух

желудочков, поэтому кровь полностью разделяется на артериальную и венозную (рис. 92).

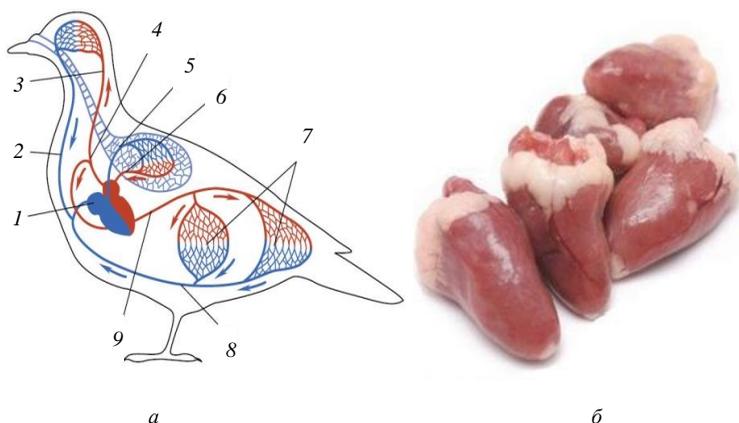


Рис. 92. Кровеносная система птицы: *а* – схема кровеносной системы: 1 – сердце; 2 – передняя полая вена; 3 – сонная артерия; 4 – правая дуга аорты; 5 – легочная артерия; 6 – легочная вена; 7 – капиллярные сети внутренних органов; 8 – задняя полая вена; 9 – спинная аорта; *б* – внешний вид сердца птицы

В связи с разделением артериального и венозного потоков крови органы омываются чистой артериальной кровью. Это обстоятельство, а также быстрая циркуляция крови и энергичный газообмен обуславливают высокую температуру тела, в среднем около 42 °С. Частота сокращений сердца высокая, например, пульс у серебристой чайки в покое составляет 130–250 ударов, в машущем полете – 625 ударов в минуту, у воробья в покое – 460, а в полете – до 1000 ударов в минуту.

*Органы выделения* птиц также приспособлены к интенсивному обмену веществ, вследствие чего увеличивается объем продуктов распада, подлежащих удалению. Почки у птиц тазовые, отличаются большими размерами и лежат в углублениях тазовых костей (рис. 93). От брюшной стороны каждой почки отходит мочеточник, открывающийся в клоаку. Мочевого пузыря у взрослых птиц нет, конечный продукт выделения – мочевая кислота, почти не требующая воды для ее выведения и, таким образом, позволяющая экономить воду. Выделяя с мочой мало воды, птицы почти не способны избавиться и от избытка в организме солей. Поэтому морские птицы, пьющие соленую воду, имеют еще и другой орган соляной экскреции – носовую железу.

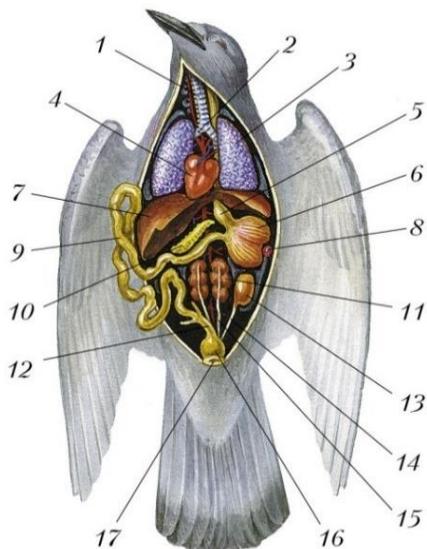


Рис. 93. Внутреннее строение голубя (самца): 1 – трахея; 2 – бронх; 3 – легкое; 4 – сердце; 5 – железистый желудок; 6 – мускульный желудок; 7 – печень; 8 – селезенка; 9 – тонкая кишка; 10 – поджелудочная железа; 11 – почка; 12 – толстая кишка; 13 – семенник; 14 – семяпровод; 15 – мочеточник; 16 – клоака; 17 – клоакальное отверстие

*Органы размножения.* Все птицы – яйцекладущие животные с внутренним оплодотворением, но с особенно развитой заботой о потомстве. Органами размножения птиц являются семенники и яичники, а также их протоки. У самцов парные семенники лежат в брюшной полости и имеют бобовидную форму (рис. 94). Размеры их сильно варьируют, потому что в сезон размножения они увеличиваются в 250–300 раз. От семенников отходят семяпроводы, открывающиеся в клоаку. У самок функционирует в основном левый яичник, и даже если функционируют оба (попугай), то яйца попадают в имеющийся только левый яйцевод, в верхней части которого происходит оплодотворение (рис. 94).

Среди птиц совершенно нет яйцеживородящих и живородящих видов. Яйца птиц относительно крупные. Строение яйца является уникальным, максимально приспособленным для сохранения и развития живого организма.

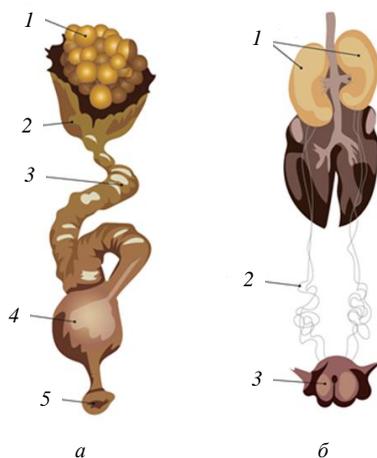


Рис. 94. Схема строения систем органов выделения и размножения:  
*а* – самка: 1 – яйцеклетки; 2 – яичник; 3 – яйцевод; 4 – яйцо со скорлупой;  
 5 – клоака; *б* – самец: 1 – семенник; 2 – семяпровод; 3 – клоака

Проходя по яйцеводу, яйцо приобретает белковую оболочку, а попав в более широкую матку, покрывается известковой скорлупой. Через конечный отдел половых путей самки – влагалище – яйцо попадает в клоаку, а оттуда выводится наружу (рис. 94). Плодовитость невысокая – 1–20 яиц в кладке. Хотя некоторые виды за сезон размножения откладывают значительно больше яиц, так как делают несколько кладок (воробьи, синицы). При непрерывной яйцекладке промежуток между снесением яиц может колебаться от 1 до 3 сут, причем большую часть этого времени занимает образование скорлупы (рис. 95).

Для развития яйца птиц необходима температура, сравнимая с температурой тела самой птицы. Поэтому птицы насиживают яйца, контактируя с ними специально оголяющимися участками тела – наседковыми пятнами. Не насиживают яйца лишь сорные куры, использующие внешние источники тепла, и гнездовые паразиты. Продолжительность инкубационного периода зависит от размеров яйца и птицы, от типа гнезда и интенсивности насиживания.

Яйца птиц (кроме яиц сорных кур) нуждаются не только в поддержании оптимальной температуры, но и в систематическом переворачивании, что и осуществляется наседкой. Продолжительность инкубации колеблется у разных видов от 10 до 60 сут. Незадолго до вылупле-

ния птенцы переходят на легочное дыхание, что делает возможным акустический контакт с наседкой.

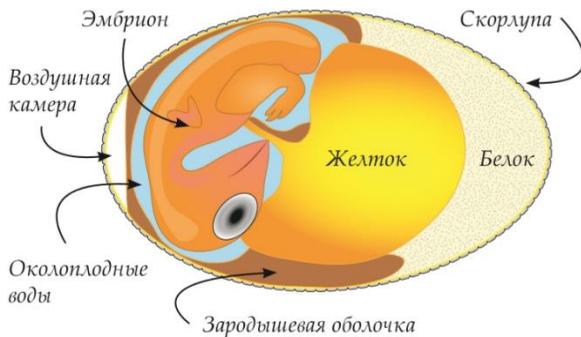


Рис. 95. Эмбриональное развитие птиц

Приспособление к полету вызвало ряд описанных выше морфологических и физиологических изменений, а также наложило отпечаток на все виды их жизнедеятельности. Благодаря способности к полету птицы обладают огромными возможностями для далеких миграций и расселения: именно полет позволил им заселить все океанические острова, нередко находящиеся в сотнях километров от материка.

В настоящее время различают несколько экологических групп птиц: древесные (дятел, пищуха), наземные (страус, дрофа), водоплавающие (гусь, пеликан, пингвин), околотовные (аист, журавль, чайка), летающие (ласточка, стриж, ястреб).

**Задание 3.** Заполните табл. 13.

Таблица 13. **Внутреннее строение птиц**

Система внутренних органов	Органы	Особенности	Функции
Нервная система			
Пищеварительная система			
Органы дыхания			
Органы размножения			

**Задание 4.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Какие общие признаки организации характеризуют класс птиц?
2. Как птицы ориентируются в пространстве?
3. Какие места обитания преобладают у птиц?

4. Каково значение птиц в природе и в жизни человека?
5. Какие особенности развиваются у птиц в строении и физиологических процессах в связи с полетом?

**Задание 5.** *Объясните значение следующих терминов:* клюв, цевка, очин, опахало, маховое перо, рулевое перо, киль грудины, железистый желудок, мускульный желудок, воздушные мешки, четырехкамерное сердце.

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности строения кожи и мускулатуры птиц.
2. Строение скелета птицы.
3. Морфология пищеварительной системы птиц.
4. Особенности строения дыхательной системы птиц.
5. Морфология кровеносной системы птиц.
6. Строение нервной системы и органов чувств.
7. Морфология выделительной и половой систем птиц.
8. Строение яйца и развитие птицы.
9. Перелеты птиц. Значение птиц в природе и жизни человека.

### **Лабораторное занятие 22. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

**Цель лабораторного занятия:** изучить особенности внешнего и внутреннего строения млекопитающих на примере кролика.

**Материалы и оборудование:** готовые влажные препараты и чучела млекопитающих, скелет кролика и кошки, рисунки, видеофильм, презентация.

**Тип** Хордовые (Chordata).

**Подтип** Позвоночные (Vertebrata).

**Класс** Млекопитающие (Mammalia).

**Подкласс** Первичные звери (Prototheria).

**Отряд** Однопроходные, или клоачные (Monotremata).

**Вид** утконос (*Ornithorhynchus anatinus*).

**Подкласс** Настоящие звери (Theria).

**Инфракласс** Низшие звери (Metatheria).

**Отряд** Сумчатые (Marsupialia).

**Вид** кенгуру серый большой (*Macropus giganteus*).

**Инфракласс** Плацентарные, или Высшие звери (Eulheria).

**Отряд** Зайцеобразные (Lagomorpha).

**Виды:** заяц-беляк (*Lepus timidus*);  
кролик европейский (*Oryctolagus cuniculus*).

**Отряд** Хищные (Carnivora).

**Виды:** волк (*Canis lupus*);  
медведь бурый (*Ursus arctos*).

**Отряд** Непарнокопытные (Perissodactyla).

**Вид:** лошадь домашняя (*Equus caballus*).

**Отряд** Парнокопытные (Artiodactyla).

**Виды:** кабан дикий (*Sus scrofa*);  
зубр европейский (*Bison bonasus*).

### Ход занятия

**Задание 1.** На готовом чучеле кролика рассмотрите внешнее строение. Обратите внимание на форму тела, мясистые губы, вибриссы, ушные раковины, строение конечностей, кожный и волосяной покровы.

*Зарисуйте* внешнее строение кролика. *Обозначьте:* голову, уши, шею, загривок, подгрудок, грудь, спину, живот, круп, бедро, хвост, голеностопный сустав.

Класс Млекопитающие – высший класс хордовых животных, венчающий всю систему животного мира, насчитывающий 4,5 тыс. видов. Представители класса достигли в процессе эволюции наиболее прогрессивного развития и распространены почти повсеместно. Размеры и форма тела млекопитающих разнообразны. Они заселяют самые разнообразные среды жизни, включая поверхность суши, почву, морские и пресные водоемы, приземные слои атмосферы. Самый мелкий зверь – белозубка-крошка. Он имеет длину всего лишь около 2 см, масса его примерно 2,5 г, тогда как синий кит достигает 33 м в длину и весит около 150 т.

Внешний облик млекопитающих разнообразен. Он зависит от условий среды обитания и образа жизни. Наиболее распространен тип наземных четвероногих зверей, у которых ноги высокие, располагающиеся под туловищем, а не по бокам, как у рептилий. Локтевой сустав направлен назад, а коленный вперед. Шейный отдел хорошо развит, а хвостовой, наоборот, представляет лишь небольшой придаток тела.

У обитателей почвы туловище вытянутое, шейный отдел очень короткий и снаружи обычно незаметен. Хвост и конечности сильно укорочены.

рочены. Водные звери имеют рыбообразную форму тела и конечности, видоизмененные в ласты или плавники.

*Тело* млекопитающих, несмотря на различия во внешнем виде представителей разных жизненных сред, состоит из одних и тех же отделов, включая голову, шею, туловище с двумя парами конечностей, хвост (рис. 96). На голове помещаются: ротовое отверстие, губы, глаза, веки, наружные уши, ноздри. Форма головы зависит в основном от типа питания и способа добычи пищи. Ротовая щель относительно широкая и окружена мясистыми губами (отсутствуют у взрослых клоачных). Благодаря специализированной мускулатуре, губные складки подвижны и выполняют у многих зверей (особенно травоядных) функцию захвата пищи. Помимо этого они являются органом осязания и у детенышей приспособлены для сосания молока. Осязательную функцию также выполняют и длинные упругие волосы – вибриссы, расположенные на голове (в области губ, глаз и ушей). Наружные ноздри имеют вид косях щелей, расположенных на переднем участке морды, лишенном волос и постоянно влажном. Ноздри ведут в носовые ходы, связанные с функциями дыхания и обоняния. Кроме того, слизистая носа и рта принимает активное участие в системе терморегуляции зверей – вместе с выделяемой жидкостью идет сброс избытка тепла. Это особенно важно, поскольку плотный меховой покров затрудняет потерю тепла через поверхность тела. Глаза у большинства видов млекопитающих расположены по бокам головы, снабжены подвижными веками и ресницами. Третье веко редуцировано и в виде небольшой складки залегает во внутреннем углу глаза. Позади глаз видны ушные раковины, основу которых составляют эластичные хрящи, более развитые у наземных видов.

Конечности зверей представляют собой трехчленный рычаг, типичный для всех наземных позвоночных, однако, в отличие от земноводных и рептилий, они находятся непосредственно под телом. Такое расположение конечностей дает млекопитающим значительные преимущества – способствует быстрому набору скорости, создает лучшую опору при прыжках и увеличивает степень маневренности их движений. Хвост зверей имеет разную длину и степень опушения.

*Кожный покров* млекопитающих состоит из двух слоев: наружного – эпидермиса и внутреннего – кутиса (рис. 97). Эпидермис дает начало многим производным кожи, основные из которых следующие: волосы, ногти, когти, рога (кроме оленьих), чешуи, различные железы. Ногти представляют собой плоскую и относительно тонкую роговую пластинку, расположенную на концах фаланг пальцев. Когти имеют толстую выпуклую и изогнутую роговую пластинку, которая выдается

вперед острым выступом. Подушечки пальцев большие и мягкие. У копыт толстая роговая пластинка охватывает конец фаланги пальца.

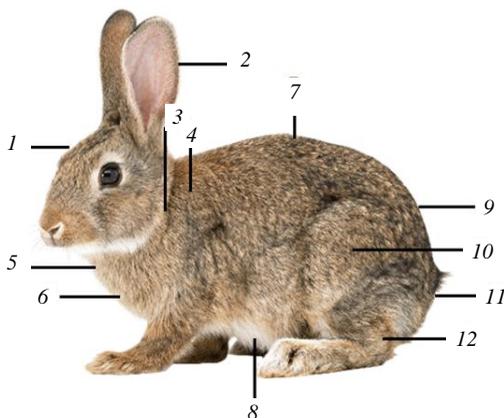


Рис. 96. Внешний вид кролика: 1 – голова; 2 – уши; 3 – шея; 4 – загривок; 5 – подгрудок; 6 – грудь; 7 – спина; 8 – живот; 9 – круп; 10 – бедро; 11 – хвост; 12 – голеностопный сустав

У многих млекопитающих развиваются рога, в образовании которых участвуют наружные покровы. Эпидермальное происхождение имеют рога полорогих. Из других производных кожи следует отметить чешуи (на хвосте у крыс), иглы, щетину и др.

Собственно, кожа, или кулис, развита сильно у млекопитающих. Определенное значение для охлаждения организма имеет испарение с поверхности кожи влаги и пота.

*Волосной покров* млекопитающих состоит из различного типа волос. Основные из них: пуховые волосы, или пух; остевые волосы, или ость; чувствующие волосы, или вибриссы. У большинства видов основу шерстяного покрова составляет густой низкий пух, или подшерсток. Между пуховыми волосами сидят более длинные, толстые и жесткие остевые волосы.

Волосной покров периодически меняется. Смена волос, или линька, у некоторых зверей бывает весной и осенью. Осенью зверь меняет редкий и короткий, а потому обладающий хорошей теплопроводностью летний волосной покров на густой и более длинный зимний, имеющий высокие теплозащитные свойства. Весной происходит весенняя линька, приводящая к смене зимнего волосного покрова на летний. Нередко зимний и летний волосные покровы отличаются и

окраской: так, например, зимний волосяной покров зайца-беляка белый, а летний – буровато-серый.

Кожа млекопитающих богата различными видами желез. Основные из них следующие: потовые, сальные, пахучие и млечные (рис. 97). Потовые железы выделяют пот, состоящий в основном из воды, в которой растворены мочевины и соли. Сальные железы открываются почти всегда в волосяную сумку. Жирный секрет этих желез смазывает волосы и поверхностный слой эпидермиса кожи, предохраняя их от смачивания и снашивания. Пахучие железы представляют собой видоизмененные потовые или сальные железы, а иногда комбинацию тех и других. Пахучие железы служат в основном для защиты от преследующих врагов. Они развиты у большинства млекопитающих в разных участках тела. Млечные железы возникли в результате видоизменения трубчатых потовых желез. Такие железы встречаются у утконоса и ехидны. У сумчатых и плацентарных млечные железы имеют гроздевидное строение. Протоки их открываются на сосках. Число сосков молочных желез у млекопитающих связано с их плодовитостью и колеблется от одной до десяти и даже более пар. Обычно они расположены в два ряда на брюшной стороне тела (на груди, в паху), реже по бокам тела.

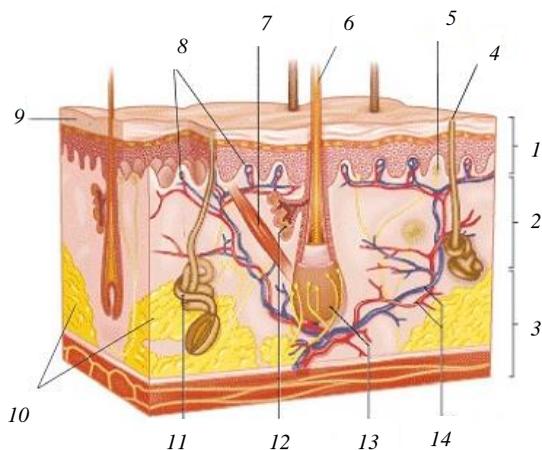


Рис. 97. Строение кожи млекопитающего: 1 – эпидермис; 2 – дерма; 3 – подкожно-жировая клетчатка; 4 – пора; 5 – нервное окончание; 6 – волос; 7 – мышца, поднимающая волос; 8 – капилляры; 9 – роговой слой эпидермиса; 10 – жировые дольки; 11 – потовая железа; 12 – сальная железа; 13 – волосяной фолликул; 14 – кровеносные сосуды

**Задание 2.** Рассмотрите в предложенном иллюстрированном материале общее расположение внутренних органов, особенности строения скелета, нервную систему, пищеварительную систему, органы дыхания, кровеносную систему, органы размножения, выделительную систему. Обратите внимание на особенности строения скелета, развитие мускулатуры, нервную систему, строение пищеварительной системы, особенности размножения.

*Зарисуйте* внутреннее строение кролика. *Обозначьте:* трахею, пищевод, сердце, легкие, желудок, слепую кишку, печень, селезенку, тонкую кишку, поджелудочную железу, почку, толстую кишку, яичник, яйцевод, матку, мочевой пузырь.

*Скелет* взрослых млекопитающих складывается из черепа, позвоночника, поясов конечностей и скелета самих конечностей (рис. 98). Череп млекопитающих отличается большим объемом мозговой коробки. Он сочленяется с позвоночником двумя мыщелками. Нижняя челюсть образована одной зубной костью, которая сочленена с височной областью черепа. В среднем ухе три сочлененные косточки (молоточек, наковальня, стремя), соединяющие барабанную перепонку с овальным окном.

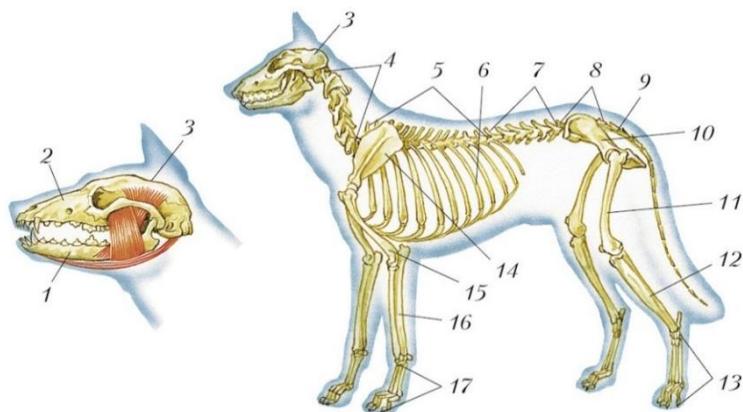


Рис. 98. Скелет млекопитающего: 1 – нижняя челюсть; 2 – верхняя челюсть; 3 – мозговой отдел черепа; 4 – шейные позвонки; 5 – грудные позвонки; 6 – ребра; 7 – поясничные позвонки; 8 – крестцовые позвонки; 9 – хвостовые позвонки; 10 – тазовая кость; 11 – бедренная кость; 12 – кости голени; 13 – стопа; 14 – лопатка; 15 – плечевая кость; 16 – предплечье; 17 – кисть

Позвоночник состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Позвоночник образован позвонками с плоскими сочленяющимися поверхностями, между которыми расположены хрящевые прослойки – мениски. Шейных позвонков всегда (кроме ленивцев и дюгоной) семь. Длина шеи зависит не от числа позвонков, а от их размеров. Первый шейный позвонок – атлант – имеет вид кольца, второй – эпистрофей – несет отросток, направленный вперед; этот отросток входит в кольцо атланта. Такое соединение позвонков обеспечивает подвижность головы.

Грудных позвонков обычно 12–15, к ним прикрепляются ребра, большая часть которых нижними хрящевыми концами срастается с грудиной, образуя грудную клетку.

Поясничных позвонков от двух до девяти. Они несут рудиментарные ребра, прирастающие к поперечным отросткам. Крестцовых позвонков обычно три-четыре; они срастаются в единую крестцовую кость, давая прочную основу для прикрепления костей таза. Число хвостовых позвонков различно.

Конечности у млекопитающих пятипалого типа, обычного для наземных позвоночных (рис. 99). Число пальцев нередко сокращается, главным образом у быстробегающих видов (у лошади до одного на каждой ноге). В связи с ускорением движения животного меняется и характер опоры о землю. Различают млекопитающих стопоходящих, опирающихся на всю стопу (медвежий); пальцеходящих – опирающихся на пальцы (псовые) и фалангоходящих – опирающихся только на концы пальцев (копытные).

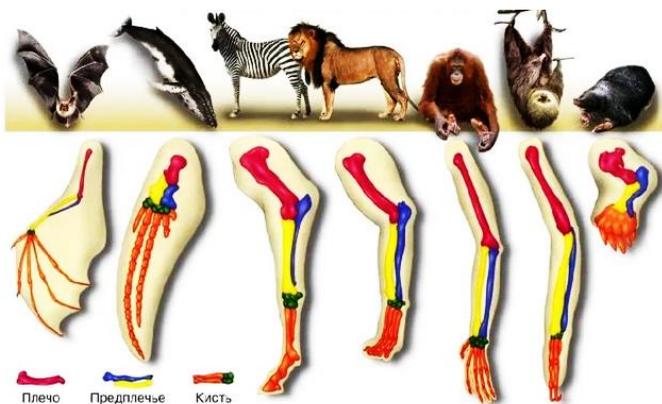


Рис. 99. Разнообразие строения конечностей млекопитающих

*Мускулатура* млекопитающих отличается большим разнообразием и числом подкожных мышц, которые обеспечивают подвижность кожи, и, в частности, изменяют положение волосяного покрова. Характерно наличие куполообразной мышцы – диафрагмы, ограничивающей грудную полость от брюшной.

В грудной полости находятся сердце и легкие, а в брюшной – желудок, кишечник, печень, почки и ряд других органов. Мышцы млекопитающих содержат миоглобин.

*Нервная система* отличается высокой степенью сложности. Головной мозг имеет большие размеры за счет резкого увеличения полушарий переднего мозга (рис. 100). Поверхность мозга значительно увеличена образованием извилин, количество которых отличается у животных разного уровня организации. У высших млекопитающих число борозд резко увеличено (приматы). Основная часть мозгового вещества находится в его крыше (коре). Мозжечок дифференцирован на несколько отделов, что связано с очень сложным характером движений у зверей.

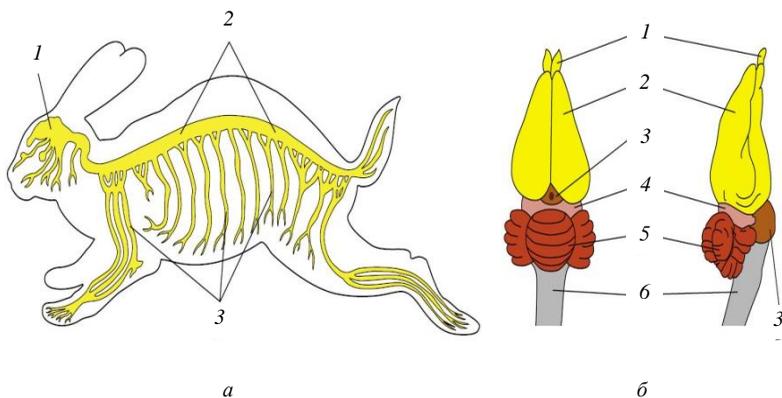


Рис. 100. Нервная система млекопитающего: *а* – общий план строения: 1 – головной мозг; 2 – спинной мозг; 3 – нервы; *б* – головной мозг кролика: 1 – обонятельные доли переднего мозга; 2 – полушария переднего мозга; 3 – промежуточный мозг; 4 – средний мозг; 5 – мозжечок; 6 – продолговатый мозг

Из *органов чувств* у млекопитающих лучше развиты органы обоняния и слуха. Обоняние тонкое, позволяющее опознавать врагов, отыскивать пищу и друг друга. Орган слуха у большинства млекопитающих развит достаточно хорошо: кроме внутреннего и среднего отделов сформировались наружный слуховой проход и ушная раковина,

усиливающая восприятие звуков. В полости среднего уха, кроме стремянки, как и у земноводных, рептилий и птиц, у млекопитающих находятся еще две слуховые косточки – молоточек и наковальня. Во внутреннем ухе развит чувствительный звуковоспринимающий кортиева орган. Зрение для млекопитающих менее значимо, чем для птиц. Острота зрения и развитость глаз различны, что связано с условиями обитания. У животных, обитающих на открытых пространствах (антилопы), глаза большие и зрение острое, у подземных видов (крот) глаза редуцированы. Функцию осязания выполняют вибриссы.

*Органы пищеварения* отличаются сложностью, которая выражается в общем удлинении пищеварительного тракта, большей его дифференциации и большем развитии пищеварительных желез (рис. 101). Пищеварительный тракт млекопитающих начинается предротовой полостью или преддверием рта, который расположен между мясистыми губами, щеками и челюстями. За челюстями лежит ротовая полость. В эту полость открываются протоки четырех пар слюнных желез. На челюстях помещаются зубы. У подавляющего большинства млекопитающих, кроме самых примитивных, зубы обычно дифференцированы на резцы, имеющие долотообразную форму, острые конические клыки и коренные. Коренные зубы у хищников обычно уплощены с боков, с острыми, режущими краями, а у растительноядных видов они имеют уплощенную верхнюю поверхность со складками эмали, что облегчает перетирание жесткой пищи.

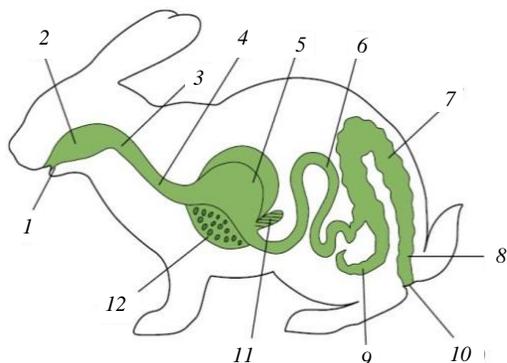


Рис. 101. Строение пищеварительной системы (кролик): 1 – рот; 2 – ротовая полость; 3 – глотка; 4 – пищевод; 5 – желудок; 6 – тонкая кишка; 7 – толстая кишка; 8 – прямая кишка; 9 – слепая кишка; 10 – анальное отверстие; 11 – поджелудочная железа; 12 – печень

Между ветвями нижней челюсти помещается мускулистый язык. В ротовую полость открываются протоки слюнных желез, секрет которых участвует в смачивании пищи, содержит ферменты для расщепления крахмала и обладает антибактериальным действием.

Позади ротовой полости располагается глотка. На нижней ее поверхности находится щель, ведущая в гортань. Глотка переходит в хорошо выраженный пищевод, который открывается в желудок. В его стенках находятся железы, вырабатывающие желудочный сок, действующий прежде всего на белки пищи. У большинства млекопитающих желудок однокамерный. Наиболее сложен он у жвачных парнокопытных. Собственно, кишечник подразделяется на тонкий, толстый и прямой отделы. На границе тонкого и толстого отделов находится слепая кишка. Печень и поджелудочная железа выражены хорошо. Протоки печени и поджелудочной железы открываются в полость двенадцатиперстной кишки (рис. 102). Скорость переваривания пищи высокая. Заканчивается кишечник прямой кишкой, открывается наружу анальным отверстием. Лишь у однопроходных имеется клоака. По характеру питания млекопитающие подразделяются на растительноядных, плотоядных и всеядных.

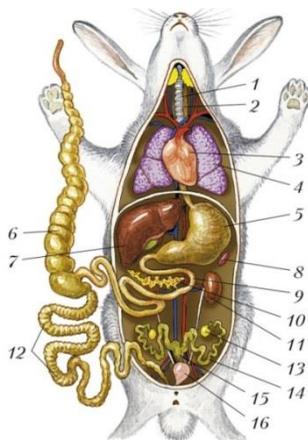


Рис. 102. Внутреннее строение кролика (самки):  
 1 – трахея; 2 – пищевод; 3 – сердце; 4 – легкие;  
 5 – желудок; 6 – слепая кишка; 7 – печень; 8 – селезенка;  
 9 – тонкая кишка; 10 – поджелудочная железа; 11 – почка;  
 12 – толстая кишка; 13 – яичник; 14 – яйцевод; 15 – матка;  
 16 – мочевого пузыря

Основным *органом дыхания* млекопитающих являются легкие (см. рис. 102). Лишь 1 % кислорода поступает через кожные покровы. Для зверей характерно усложнение верхней гортани, образующей голосовой аппарат. Трахеи и бронхи развиты хорошо. Легкие млекопитающих альвеолярного строения; бронхи, входя в тело легких, распадаются на массу все более мелких трубочек – бронхиол, которые заканчиваются полыми микроскопическими пузырьками – альвеолами, которые имеют ячеистое строение. В них ветвятся кровеносные сосуды. Число альвеол у хищных достигает 300–500 млн., а суммарная площадь – до 100 м<sup>2</sup>.

*Кровеносная система* млекопитающих характеризуется следующими основными признаками. Имеется большой и малый круги кровообращения. Сердце млекопитающих четырехкамерное и состоит из двух предсердий и двух желудочков, артериальная и венозная кровь не смешивается (рис. 103). Величина сердца зависит от интенсивности обмена веществ. Общее количество крови у млекопитающих больше, чем у низестоящих групп позвоночных.

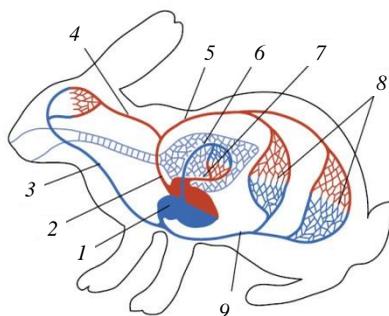


Рис. 103. Схема строения кровеносной системы млекопитающего: 1 – сердце; 2 – левая дуга аорты; 3 – яремная вена; 4 – сонная артерия; 5 – спинная аорта; 6 – легочная артерия; 7 – легочная вена; 8 – капиллярная сеть внутренних органов; 9 – задняя полая вена

*Органы выделения* представлены тазовыми почками бобовидной формы, лежащими в полости тела в поясничной области (см. рис. 102). Каждая из почек состоит из двух слоев – наружного коркового и внутреннего мозгового. Моча с большим содержанием мочевины оттекает от почек по мочеточникам в мочевой пузырь, а из него выходит наружу.

*Органы размножения* млекопитающих более сложные, чем у других амниот. Все млекопитающие – раздельнополые животные. Органы размножения самок объединяют парные яичники, яйцеводы с фаллопиевыми трубами, матку и влагалище. Яичники самок всегда лежат в полости тела, их размеры меньше, чем у других позвоночных. Яйцеводы открываются около яичников воронками, выстланными мерцательным эпителием. По ним яйцеклетка попадает в фаллопиевы трубы и далее в матку. Матка переходит в непарное влагалище, которое открывается наружу щелевидным отверстием.

Половые органы самцов слагаются из парных семенников, семяпроводов и копулятивного органа (полового члена), а также двух пар желез (семенных пузырьков и предстательной железы). Семенники расположены в задней части брюшной полости или в особой складке кожи – мошонке.

Оплодотворение у млекопитающих внутреннее. Большинство видов живородящи. Только яйцекладущие откладывают яйца. У сумчатых детеныши рождаются недоразвитыми, а дальнейший их рост и развитие происходит в сумке матери. У остальных млекопитающих эмбрион получает питательные вещества и кислород от материнского организма через детское место – плаценту. Она формируется из зародышевых оболочек эмбриона и слизистой матки. В ней кровеносные сосуды детского и материнского организмов сплетаются, но не срастаются. В результате этого устанавливается связь между кровяными руслами эмбриона и родителя.

Продолжительность беременности варьирует от 2–4 нед (сумчатые, грызуны) до 2 лет (слоны). Некоторые мелкие млекопитающие могут приносить по два-три помета в год до 10 и более детенышей в каждом, крупные млекопитающие нередко рожают один раз в 2–3 года по одному детенышу.

После завершения молочного вскармливания связь между родителями и потомством еще некоторое время сохраняется. Она необходима для передачи индивидуального опыта родителей потомству. Пары у большинства млекопитающих образуются на один сезон размножения, реже на несколько лет (волки, обезьяны).

**Задание 3.** Ответьте письменно на вопросы.

1. Какие места обитания занимают млекопитающие?
2. Какими способами осуществляется терморегуляция у млекопитающих?

3. Какие особенности размножения позволяют делить млекопитающих на яйцекладущих, сумчатых и плацентарных?

4. Каково значение млекопитающих в природе и в жизни человека?

**Задание 4.** Заполните табл. 14.

Таблица 14. **Экологические типы млекопитающих**

Название экологической группы млекопитающих	Краткая характеристика представителей	Представители

**Задание 5.** Объясните значение следующих терминов: вибриссы, ушные раковины, круп, эпидермис, производные кожи, линька, сальные и молочные железы, тазовые почки, альвеолы, мозжечок, плацента.

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика млекопитающих.
2. Особенности строения тела, кожи и ее производных.
3. Скелет и мускулатура млекопитающих.
4. Строение пищеварительной системы млекопитающих.
5. Морфология дыхательной и кровеносной систем.
6. Нервная система и органы чувств млекопитающих.
7. Железы внутренней секреции.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блохин, Г. И. Зоология: учеб. / Г. И. Блохин, В. А. Александров. – Москва: Колос, 2005. – 512 с.
2. Грищенко, Л. И. Болезни рыб и основы рыбоводства: учеб. / Л. И. Грищенко, М. Ш. Акбаев, Г. В. Васильков. – Москва: Колос, 1999. – 456 с.
3. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных: учеб. / В. А. Догель. – Ленинград: Высш. шк., 1981. – 559 с.
4. Зоология позвоночных: практическое руководство для студентов / Д. В. Потапов [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 135 с.
5. Зоология. Практикум: учеб. пособие / А. И. Ятусевич [и др.]. – Москва: УП «ИВЦ Минфина», 2012. – 315 с.
6. Зоология: учеб. пособие / А. И. Ятусевич [и др.]. – Москва: УП «ИВЦ Минфина», 2008. – 427 с.
7. Константинов, В. М. Зоология позвоночных: учеб. / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – Москва: Академия, 2011. – 444 с.
8. Константинов, В. М. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных / В. М. Константинов; под ред. В. М. Константинова. – Москва: Академия, 2004. – 272 с.
9. Кузнецов, Б. А. Курс зоологии: учеб. / Б. А. Кузнецов, А. З. Чернов, Л. Н. Катонина. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
10. Лабораторный практикум по курсу зоологии / А. И. Ятусевич [и др.]. – Минск, 1999. – 50 с.
11. Лукин, Е. И. Зоология: учеб. / Е. И. Лукин. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 384 с.
12. Мальцев, В. П. Практикум по зоологии позвоночных: учеб. пособие / В. П. Мальцев, Н. А. Белоусова. – Челябинск: ЗАО Библиотека А. Миллера, 2019. – 107 с.
13. Моисеев, П. А. Ихтиология: учеб. / А. П. Моисеев, Н. А. Азизова, И. И. Куранова. – Москва: Агропромиздат, 1981. – 384 с.
14. Пехов, А. П. Биология с основами экологии: учеб. / А. П. Пехов. – Санкт-Петербург: Лань, 2000. – 672 с.
15. Шалапенок, Е. С. Практикум по зоологии беспозвоночных / Е. С. Шалапенок, С. В. Буга. – Минск, 2002. – 272 с.
16. Шарова, И. Х. Зоология беспозвоночных: учеб. / И. Х. Шарова. – Москва: Владос, 1999. – 591 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
Лабораторное занятие 1. Тип простейшие. Особенности строения саркодовых....	4
Лабораторное занятие 2. Тип простейшие. Особенности строения жгутиконосцев.....	8
Лабораторное занятие 3. Тип простейшие. Особенности строения инфузорий...	14
Лабораторное занятие 4. Тип простейшие. Особенности строения споровиков.....	18
Лабораторное занятие 5. Особенности строения губок и кишечнополостных....	24
Лабораторное занятие 6. Внешнее и внутреннее строение свободнживущих плоских червей.....	33
Лабораторное занятие 7. Особенности строения сосальщиков.....	36
Лабораторное занятие 8. Особенности строения ленточных червей.....	43
Лабораторное занятие 9. Особенности строения круглых червей.....	51
Лабораторное занятие 10. Внешнее и внутреннее строение кольчатых червей...	58
Лабораторное занятие 11. Строение ракообразных на примере речного рака....	65
Лабораторное занятие 12. Особенности строения паукообразных.....	69
Лабораторное занятие 13. Морфологические особенности строения насекомых..	74
Лабораторное занятие 14. Особенности строения моллюсков и иглокожих.....	80
Лабораторное занятие 15. Внешнее и внутреннее строение личиночно-хордовых.....	91
Лабораторное занятие 16. Особенности строения бесчерепных и черепных.....	94
Лабораторное занятие 17. Организация строения хрящевых рыб.....	101
Лабораторное занятие 18. Внешнее и внутреннее строение костных рыб.....	108
Лабораторное занятие 19. Особенности внешнего и внутреннего строения земноводных.....	123
Лабораторное занятие 20. Внешнее и внутреннее строение рептилий.....	135
Лабораторное занятие 21. Организация внешнего и внутреннего строения птиц.....	147
Лабораторное занятие 22. Особенности строения млекопитающих.....	162
<b>Библиографический список</b> .....	175

Учебное издание

**Лавушев Виктор Иванович**  
**Шамсуддин Людмила Анатольевна**  
**Бородулина Виктория Ивановна**

ЗООЛОГИЯ

ПРАКТИКУМ

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. Н. Минакова*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 25.06.2024. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,23. Уч.-изд. л. 9,24.  
Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.