

БИОЛОГИЯ

# БИОЛОГИЯ

Допущено Министерством  
высшего и среднего  
специального образования СССР  
в качестве учебного пособия  
для слушателей  
подготовительных отделений  
высших учебных заведений



МОСКВА  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА»  
1981

**ББК 28.0**

**Б63**

Рецензенты:

Сводная рецензия кафедр ботаники, зоологии, физиологии человека и животных, биогеоценологии и рационального природопользования Ростовского университета (доц. Т. И. Абрамова, доц. Г. П. Лукина, ст. преподаватель Г. В. Асмаева, проф. Ю. Н. Куражковский) и кафедра генетики и селекции Казанского университета (доц. К. П. Тихонов)

**Б63 Биология: Учеб. пособие для слушателей подготовительных отделений вузов /Викторов Д. П., Иванова В. А., Лакомкина О. А. и др. — М.: Высш. школа, 1981. — 128 с.**

25 к.

Пособие призвано помочь абитуриенту разобраться в наиболее важных и сложных вопросах программы и, не дублируя учебников, усвоить материал в соответствии с требованиями, предъявляемыми на вступительных экзаменах.

Пособие состоит из четырех разделов: 1) ботаника, 2) зоология, 3) анатомия и физиология человека, 4) общая биология.

Предназначается для слушателей подготовительных отделений, подготовительных курсов и абитуриентов.

Б 60602 — 148 308 — 81 4306021000  
001(01) — 81

57

ББК 28.0

**Дмитрий Петрович Викторов, Валентина Андреевна Ивакова,  
Ольга Аркадьевна Лакомкина, Олег Павлович Негрбов**

## БИОЛОГИЯ

Редактор Н. А. Соколова. Художественный редактор Т. А. Коленкова.  
Художник А. В. Амастор. Технический редактор А. К. Нестерова.  
Корректор Р. К. Косинова

ИБ № 2940

Изд. № Е-355. Сдано в набор 22.10.80. Подписано в печать 17.03.81.  
Формат 84 × 108<sup>1/32</sup>. Бум. тип. № 1. Гарнитура таймс. Печать высокая.  
Объем 6,72 усл. печ. л. 6,93 усл. кр.-отт. 7,28 уч.-изд. л. Тираж  
350 000 экз. Зак. № 1583. Цена 25 коп.

Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14  
Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени  
Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный  
Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государствен-  
ном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной  
торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр. 15

© Издательство «Высшая школа», 1981

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3	Хордовые . . . . .	56
Общие методические указания . . . . .	4	Рыбы . . . . .	59
<b>Ботаника</b> . . . . .	7	Земноводные . . . . .	62
Строение и жизнь растения . . . . .	7	Рептилии . . . . .	65
Корень . . . . .	11	Птицы . . . . .	68
Лист . . . . .	13	Млекопитающие . . . . .	73
Стебель . . . . .	17	<b>Анатомия и физиология человека</b> . . . . .	78
Цветок, плод, семя . . . . .	21	Анатомия и физиология как науки о строении и функциях организма. Их связи с гигиеной . . . . .	78
Многообразие растений . . . . .	26	Органы движения . . . . .	80
Низшие растения . . . . .	26	Кровь . . . . .	82
Бактерии . . . . .	26	Кровообращение . . . . .	83
Водоросли . . . . .	29	Дыхание . . . . .	85
Грибы . . . . .	30	Пищеварение . . . . .	87
Лишайники . . . . .	32	Обмен веществ . . . . .	88
Высшие растения . . . . .	33	Кожа . . . . .	90
Мхи . . . . .	33	Железы внутренней секреции . . . . .	91
Папоротникообразные . . . . .	34	Нервная система и органы чувств . . . . .	92
Голосеменные . . . . .	36	<b>Общая биология</b> . . . . .	97
Покрытосеменные . . . . .	37	Учение об эволюции органического мира . . . . .	97
<b>Зоология</b> . . . . .	40	Происхождение человека . . . . .	105
Зоология как наука о животных . . . . .	40	Учение о клетке . . . . .	107
Простейшие . . . . .	41	Размножение и индивидуальное развитие организмов . . . . .	118
Губки . . . . .	44	Основы генетики и селекции . . . . .	120
Кишечнополостные . . . . .	44	Организм и среда . . . . .	124
Плоские черви . . . . .	46		
Круглые черви . . . . .	48		
Кольчатые черви . . . . .	50		
Моллюски . . . . .	51		
Членистоногие . . . . .	52		
Ракообразные . . . . .	53		
Паукообразные . . . . .	53		
Насекомые . . . . .	54		

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие по биологии для поступающих в вузы составлено сотрудниками биолого-почвенного факультета Воронежского университета. Разделы «Общие методические указания» и «Ботаника» написаны Д. П. Викторovým, «Зоология беспозвоночных» — О. П. Негроровым, «Зоология позвоночных» и «Анатомия и физиология человека» — О. А. Лакомкиной, «Учение о клетке» — Д. П. Викторovým и В. А. Ивановой, остальные разделы общей биологии — Д. П. Викторovým. Общая редакция принадлежит Д. П. Викторovu.

При составлении книги наряду с учебниками была использована следующая литература: Подготовка к экзамену по биологии/Под ред. Б. М. Логвиненко. — М.: Изд-во МГУ, 1972; Пособие по биологии для поступающих в вузы/Под ред. З. Н. Кудряшевой и А. В. Ганжиной. — Минск: Высшая школа, 1974; Биология/Под ред. Е. А. Кузнецова. — М.: Высшая школа, 1975; Верзилин Н. М., Корсунская В. М. Общая методика преподавания биологии. — М.: Просвещение, 1972; Тимофеев-Ресовский Н. В., Воронцов Н. Н., Яблоков А. В. Краткий очерк теории эволюции. — М.: Наука, 1968.

Большую помощь при подготовке рукописи к печати оказали проф. А. И. Лакомкин, проф. С. И. Машкин и проф. Е. И. Михайлова. Ценные замечания сделали проф. Ю. Н. Куражковский и кандидаты биологических наук Т. И. Абрамова, Е. П. Гуськов, Г. П. Лукина, Г. В. Асмаева, К. П. Тихонов, Б. И. Барабанщиков. Выражаем этим лицам глубокую благодарность.

*Авторы*

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Биология — наука о живой природе. Она изучает строение живых организмов — внешнее (морфология) и внутреннее (анатомия), классифицирует растения и животных, объединяя их в группы по степени родства (систематика), исследует процессы жизнедеятельности (физиология), химический состав и превращения веществ в живых организмах (биохимия), структуру и функции клеток (цитология), наследственность и изменчивость (генетика), взаимодействие организмов с условиями внешней среды (экология) и ряд других вопросов.

Объем требований по биологии, предъявляемых к поступающим в вузы, определяется программой вступительных экзаменов, которая утверждена Министерством высше-

го и среднего специального образования СССР и ежегодно публикуется в «Справочнике для поступающих в вузы».

Программа по биологии состоит из четырех разделов: 1) ботаника, 2) зоология, 3) анатомия и физиология человека, 4) общая биология.

На экзамене по биологии поступающий в высшее учебное заведение должен показать:

1) знание строения, жизни и развития растений, животных и человека, основных групп растений и животных;

2) знание главных понятий, закономерностей и законов, касающихся строения, жизни и развития растительного, животного и человеческого организмов, развития живой природы;

3) умение обосновывать выводы, оперировать понятиями при объяснении явлений природы и приводить примеры из практики сельскохозяйственного и промышленного производства, здравоохранения и т. д.; этому умению придается особое значение, так как оно свидетельствует о понимании экзаменуемым излагаемого материала.

При ответе на экзамене учитывается общая биологическая эрудиция отвечающего, поэтому рекомендуется чтение популярных книг по биологии типа «Занимательная ботаника», «Занимательная зоология», «Детская энциклопедия» (т. VI), статей в журналах «Природа», «Наука и жизнь», «Знание — сила» и др.

При подготовке к экзамену по биологии абитуриенты сталкиваются с определенными трудностями. Необходимо усвоить большой фактический материал и уметь изложить его на современном научном уровне. Однако нельзя не учитывать того, что учебники по ботанике, зоологии, анатомии и физиологии человека, как бы хороши они ни были, рассчитаны на учащихся 5—8-х классов, не имеющих необходимой подготовки по химии и физике и не знакомых с такими важными общебиологическими дисциплинами, как эволюционное учение, цитология, генетика, экология, без знания которых невозможно глубоко понять строение и функции растений, животных и человека. Поэтому при подготовке к экзамену по первым трем разделам программы нельзя ограничиваться простым повторением соответствующих школьных учебников. Необходимо дополнять излагаемый в них материал теми знаниями, которые получают учащиеся старших классов при изучении химии, физики и общей биологии. К числу вопросов, излагаемых в учебниках для 5—8-х классов упрощенно, относятся: питание, дыхание, превращение веществ в живых организмах, оплодотворение и индивидуальное развитие, приспособление живых организмов к условиям внешней среды, движущие силы эволюции растений и животных и ряд других. Отвечать на эти вопросы на вступительных экза-

менах по биологии следует не так, как они преподносились учащимся 5–8-х классов, а на уровне человека, окончившего среднюю школу и вооруженного знанием основ естественных наук. Например, при описании функций зеленого листа необходимо написать уравнение фотосинтеза и рассмотреть вопрос о превращении световой энергии в химическую; при ответах на вопросы о размножении и развитии растений и животных следует оперировать понятиями гамет, зигота, митоз, мейоз, гаплоидные и диплоидные клетки и т. д.

При описании структуры и функций клеток, тканей и органов растений, животных и человека нужно иметь в виду, что живой организм — это целостная система, в которой все части тесно связаны друг с другом и подчинены единому целому. Важная особенность живых тел — их неразрывная связь с условиями внешней среды.

Задача данного пособия — помочь абитуриентам разобраться в наиболее важных и сложных вопросах программы и, не дублируя учебников, разъяснить материал в соответствии с требованиями, предъявляемыми на вступительных экзаменах. По более простым вопросам, изложенным в школьных учебниках достаточно полно, авторы сочли возможным ограничиться краткими указаниями методического характера.

При подготовке к экзамену рекомендуем конспектировать прочитанное и делать зарисовки (умению делать схематические рисунки объектов, о которых рассказывает отлецающий, придается большое значение на вступительных экзаменах), очень полезно также составлять схемы и таблицы, обобщающие пройденный материал. Образцы подобных схем и таблиц читатель найдет в данной книге.

В конце каждого раздела приводятся вопросы для самоконтроля, по которым можно проверить свои знания; если по отдельным вопросам возникнут затруднения, следует возвратиться к соответствующему разделу учебника, а также использовать дополнительную литературу.

Основными пособиями по курсу биологии являются следующие учебники: «Ботаника» (автор В. А. Корчагина) — учебник для 5–6-х классов средней школы; «Зоология» (под ред. Б. Е. Быховского) — учебник для 6–7-х классов; «Человек. Анатомия, физиология и гигиена» (авторы А. М. Цузмер и О. Л. Петришина, под ред. В. В. Парина) — учебник для 8-го класса; «Общая биология» (под ред. Ю. И. Полянского) — учебник для 9–10-х классов. Для подготовки к экзамену желательно пользоваться последними изданиями учебников, так как в более старых изданиях встречаются неточности и некоторые устаревшие формулировки.

# БОТАНИКА

Курс ботаники состоит из двух больших разделов: 1) строение и жизнь цветковых растений, 2) многообразие растений.

Необходимо иметь в виду, что расположение материала в школьном учебнике В. А. Корчагиной «Ботаника» несколько отличается от последовательности вопросов программы для поступающих в вузы.

## СТРОЕНИЕ И ЖИЗНЬ РАСТЕНИЯ

Прежде чем приступить к рассмотрению основных разделов программы, остановимся на некоторых общих вопросах, изложенных в школьном учебнике в первых двух параграфах, а также в главах 2 и 9. Этот материал не выделен в виде особых вопросов программы, но знать его необходимо при изучении любого вопроса из курса ботаники.

**Значение растений в природе, пародном хозяйстве и жизни человека.** Значение зеленых растений определяется их способностью к фотосинтезу, т. е. процессу образования органических веществ из углекислого газа и воды с использованием световой энергии. Общее уравнение фотосинтеза можно записать так:



Подробнее процесс фотосинтеза рассматривается в разделе «Общая биология». Наряду с фотосинтезом (который иначе называют воздушным питанием) растения осуществляют другой важнейший процесс: поглощают из почвы воду и минеральные соли, включая содержащиеся в них элементы (азот, фосфор, серу, магний, железо и др.) в состав органических соединений. Синтезированные растением органические вещества используются для построения тела самого растения и служат пищей для животных и человека. Таким образом, главной особенностью растений является их автотрофность, т. е. способность синтезировать органические вещества из минеральных, тогда как животные — это гетеротрофные организмы, которые нуждаются в готовых органических веществах. Аккумулированная в молекулах органических веществ энергия солнечных лучей освобождается при окислении этих веществ

в живых клетках животных и растений (процесс дыхания), а также при горении.

Растения используются человеком не только как источник питания, топлива и строительных материалов, но и в качестве сырья для переработки в различных отраслях промышленности (бумажной, текстильной, химической, фармацевтической, парфюмерной и др.).

Поглощая углекислый газ и выделяя кислород, зеленые растения делают атмосферу пригодной для дыхания всех живых существ. Растения играют также большую почвозащитную и водоохранную роль. Земля, лишенная растений, превращается в бесплодную пустыню. Велико и эстетическое значение растений в жизни человека.

**Органы цветкового растения.** Растения состоят из органов, выполняющих различные функции и имеющих строение, соответствующее этим функциям. Органы цветковых, или покрытосеменных, растений делятся на вегетативные (от латинского слова «вегетивус» — растительный), обеспечивающие существование данного организма, и генеративные (от латинского «генерацио» — рождение, воспроизведение), которые служат для размножения. К вегетативным органам относятся корень, стебель и лист, к генеративным — цветок, плод и семя. При рассмотрении этого вопроса необходимо привести примеры растений, которые выращивает человек для использования корней, стеблей, листьев, цветков, плодов и семян.

Органы отличаются друг от друга не только внешней формой, но и внутренним строением. Основной структурной и физиологической единицей всех растений (так же как и животных) является клетка. Строение растительной клетки кратко описано в главе 2 учебника ботаники, однако здесь мы не будем останавливаться на этом вопросе, поскольку он рассматривается гораздо подробнее в разделе «Общая биология». Отметим только, что растительная клетка состоит из жесткой целлюлозной оболочки (клеточной стенки) и цитоплазмы, в которой расположены органоиды (ядро, пластиды, митохондрии и др.) и вакуоли с клеточным соком. Важно отметить, что цитоплазма некоторых клеток после их окончательного формирования отмирает. Вследствие этого значительную часть растения составляют мертвые клетки, состоящие из одной оболочки. Мертвые клетки не следует считать балластом, так как они выполняют важные функции — проводящую, механическую или покровную.

Группу клеток, имеющих сходное строение и выполняющих одинаковые функции, называют тканью. Главные типы тканей цветковых растений следующие: образовательные, из которых формируются другие ткани, ассимиляцион-

ные, осуществляющие процесс фотосинтеза; запасующие, в клетках которых откладываются запасы органических веществ (ассимиляционные и запасующие ткани нередко называют основными, так как они заполняют пространство между другими тканями); проводящие, по которым передвигаются вода и растворенные вещества; покровные, защищающие внутренние ткани от высыхания и различных повреждений; механические, придающие прочность органам. Следует обратить внимание на особенности строения клеток различных тканей. Клетки образовательных тканей имеют небольшие размеры, тонкую оболочку, крупное ядро и отличаются высоким содержанием рибонуклеиновой кислоты (РНК), необходимой для синтеза белка. Клетки ассимиляционной ткани содержат зеленые пластиды — хлоропласты. Элементы проводящих тканей бывают двух типов: 1) сосуды — длинные трубки, образующиеся из ряда расположенных друг над другом клеток путем растворения поперечных стенок; сосуды лишены цитоплазмы и, подобно водопроводным трубам, проводят воду и растворенные в ней вещества от корней к листьям; 2) ситовидные трубки — вытянутые живые клетки, по которым передвигаются органические вещества из листьев в корни и другие части растения. К покровным тканям относятся: кожица (эпидермис) — однослойная ткань, состоящая из живых клеток, наружная поверхность которых покрыта кутикулой — тонкой блестящей пленкой из жироподобных веществ (за исключением кожицы корня, не имеющей кутикулы), и пробка — многослойная мертвая ткань, оболочки клеток которой пропитаны веществом, по составу близким к жирам, а полости клеток заполнены воздухом. Характерная особенность механических тканей — сильное утолщение клеточных стенок. Большинство клеток механической ткани имеют форму длинных волокон, лишенных живого содержимого. Довольно широко распространена также механическая ткань, состоящая из клеток, у которых длина примерно равна ширине, а стенки утолщены еще сильнее, чем у волокон (так называемые каменные клетки, обуславливающие твердость косточек вишни, сливы, скорлупы ореха и т. п.). Основные типы растительных тканей показаны в табл. 1.

В растениях очень часто встречаются комплексы проводящих и механических тканей (сосуды, ситовидные трубки и волокна), которые тянутся в виде тяжелой, называемых сосудисто-волокнистыми (проводящими) пучками, вдоль корня и стебля, проходят по черешкам в листовые пластинки, где, разветвляясь, образуют сеть жилок. В каждом пучке имеется древесинная часть, содержащая сосуды и древесинные волокна, и лубяная, состоящая из ситовидных трубок и лубяных волокон.

Итак, организм состоит из органов, органы — из тканей, а ткани — из клеток. При изучении внутреннего строения какого-либо органа необходимо четко представить себе, из каких тканей состоит этот орган, каковы их функции и взаимное расположение.

Таблица 1. Ткани цветковых растений

Название тканей	Функции	Примеры
Образовательные	Деление клеток и образование из них всех других тканей	Конусы нарастания стебля и корня, камбий
Основные: ассимиляционные запасующие	Фотосинтез Отложение запасов питательных веществ	Мякоть листа, зеленые клетки коры стебля Сердцевина стебля, мякоть клубней и корнеплодов, эндосперм
Проводящие	Проведение воды и растворенных веществ от корней к листьям Проведение органических веществ от листьев к корням и другим органам	Сосуды древесины Ситовидные трубки луба
Покровные	Защита внутренних тканей от высыхания, проникновения микроорганизмов и повреждений	Кожица (эпидермис), пробка
Механические	Придание прочности органам	Древесинные и лубяные волокна, каменистые клетки

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое биология? Какие вопросы изучают биологические науки?
2. Чем питаются растения? Охарактеризуйте процессы воздушного и почвенного питания растений.
3. Какие организмы называют автотрофными, а какие гетеротрофными?
4. Что такое фотосинтез? Какое значение имеет этот процесс для растений и для животных?
5. Значение растений в народном хозяйстве и жизни человека.
6. Какие органы цветкового растения называют вегетативными, а какие генеративными? Чем отличаются функции этих двух групп органов?
7. Приведите примеры растений, которые выращивает человек для использования корней, листьев, стеблей, цветков, плодов и семян.

8. Что такое ткань? Перечислите основные типы растительных тканей, указав особенности их строения в связи с выполняемыми функциями.

9. Что такое сосудисто-волокнистые (проводящие) пучки? Из каких компонентов состоят эти пучки?

## КОРЕНЬ

Корень — один из главных вегетативных органов покрытосеменных растений, а также голосеменных и папоротникообразных. Корень является осевым органом, имеет радиальную симметрию и растет своей верхушкой, которая обычно прикрыта корневым чехликом. Обратите внимание на важное отличие корня от стебля: на нем никогда не образуются листья. Необходимо отметить, что способность к ветвлению выражена у корня гораздо сильнее, чем у стебля. Количество корней у одного экземпляра может быть очень большим (сотни, тысячи, а иногда даже несколько миллионов). Следует различать главный корень, развивающийся из корешка зародыша семени, боковые, являющиеся разветвлениями главного корня, и придаточные корни, которые образуются на стеблях (а у некоторых растений и на листьях). Корневая система (совокупность всех корней одного растения) бывает стержневой, если главный корень развит сильнее всех других корней, или мочковатой, когда главный корень незаметен среди массы других корней (у злаков, например, главный корень недоразвит и корневая система состоит из массы придаточных корней). Если удалить или повредить верхушку главного корня, то он прекращает рост, но зато усиливается рост боковых и придаточных корней, вследствие чего стержневая корневая система превращается в мочковатую (это происходит, например, при пересадке растений).

Необходимо подробно описать внутреннее строение корня, используя для этого очень хорошие рисунки из школьного учебника («Зоны молодого корня» и «Поперечный разрез корня»). На первом из указанных рисунков изображен продольный разрез молодого корешка, на котором видны следующие участки корня: 1) зона деления, или конус нарастания, прикрытый корневым чехликом, 2) зона растяжения клеток (этот участок нередко называют зоной роста, так как здесь происходит рост корня в длину), 3) зона всасывания, или зона корневых волосков, 4) проводящая зона, покрытая пробковой тканью. Обратите внимание на развитие и строение корневого волоска, являющегося длинным тонким выростом клетки кожицы корня.

Если в зоне деления все клетки более или менее одинаковы, а в зоне растяжения появляются зачатки

различных тканей, то в зоне всасывания ткани формируются окончательно. Эти ткани хорошо видны на поперечном разрезе корня в зоне всасывания. Под кожицей, многие клетки которой имеют корневые волоски, находится кора корня, а в центре — проводящий пучок радиального типа: по радиусам располагаются сосуды (древесинная часть пучка), а между ними — участки луба, состоящие из ситовидных трубок, по которым сахар, образовавшийся при фотосинтезе, поступает из листьев в клетки корня.

После описания строения корня необходимо охарактеризовать его главные функции: 1) механическую — закрепление растений в почве, 2) поглотительную — поглощение воды и минеральных солей, 3) проводящую — проведение воды и растворенных веществ. К описанию поглотительной деятельности корней, которое дано в учебнике, необходимо сделать некоторые дополнения. Говоря о почве как источнике воды и питательных веществ для растений, следует охарактеризовать ее состав и отметить, что почва образуется из горных пород под влиянием воды, воздуха, высокой и низкой температуры и жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов. Необходимо обратить внимание на то, что в природе нет единой и неизменной почвы, а есть разные почвы и, следовательно, разные условия для роста растений. Чтобы получить достаточное количество воды и растворенных солей, содержание которых в почве обычно очень невелико, растения развивают большую поглощающую поверхность за счет сильного ветвления корней и быстрого роста многочисленных корешков, снабженных корневыми волосками.

В связи с отсутствием у учащихся 5-го класса химической подготовки автор школьного учебника ограничился указанием на то, что почва снабжает растения азотом, фосфором и калием. На вступительном экзамене по биологии следует привести более полный список элементов почвенного питания, разделив их на макроэлементы, потребляемые в относительно больших количествах (азот, фосфор, калий, сера, магний и кальций), и микроэлементы (железо, медь, цинк, молибден, бор, марганец и др.). Перечень необходимых растению элементов устанавливают при помощи метода водных культур: на полном питательном растворе растения нормально растут и развиваются, а при отсутствии хотя бы одного необходимого элемента рост растений останавливается.

Если содержание каких-либо элементов в почве недостаточно для удовлетворения потребностей растений, выращиваемых на этой почве, то для получения хорошего урожая вносят соответствующие удобрения. Чаще всего такими элементами являются азот, фосфор и калий.

Кроме типичных корней у некоторых растений образуются видоизмененные корни, приспособленные к выполнению каких-либо дополнительных функций, например корнеплоды (богатые запасными веществами сочные главные корни моркови, свеклы, петрушки), корневые клубни<sup>1</sup> (утолщенные придаточные корни георгинов, чистяка), корни-присоски растений-паразитов (повилики, заразихи), цепляющиеся воздушные корни (например, лиан, плюща) и др.

Необходимо также отметить, что корни многих растений вступают в симбиоз с грибами (микориза) и клубеньковыми бактериями.

### Вопросы для самоконтроля

1. Из чего развиваются главный корень, придаточные и боковые корни?

2. Чем отличается стержневая корневая система от мочковатой? Может ли стержневая корневая система превратиться в мочковатую и наоборот?

3. Как происходит рост корня в длину?

4. Нарисуйте молодой корень, обозначив корневой чехлик и зоны (участки) деления, растяжения, всасывания и проводящую.

5. Что такое корневой чехлик и какова его функция?

6. Опишите строение корневых волосков. Нарисуйте клетку с корневым волоском.

7. Каковы функции сосудов и ситовидных трубок, расположенных в центральной части молодого корня?

8. Перечислите основные функции корня.

9. Что такое почва и каков ее состав? Из чего образуется перегной?

10. Перечислите основные химические элементы, поглощаемые растениями из почвы. Какие из них являются микроэлементами?

11. Какие условия необходимы для жизнедеятельности корней? Почему растения плохо растут на заболоченных почвах? Зачем проводят рыхление почвы?

12. Какое значение имеет сильно выраженная способность корней к ветвлению?

13. Можно ли вырастить растение без почвы? Что такое водная культура?

14. Зачем вносят в почву удобрения? Что такое подкормка?

15. Перечислите видоизменения корней и укажите их функции. Приведите примеры растений, имеющих видоизмененные корни.

### ЛИСТ

Лист — вегетативный орган, возникающий на стебле и выполняющий важнейшую функцию зеленого растения — фотосинтез. Листья, приспособленные к выполнению дру-

<sup>1</sup> Не смешивать с клубнями картофеля, имеющими стеблевое происхождение.

гих функций, видоизменяются и резко отличаются от обычных листьев (табл. 2).

В отличие от осевых органов (корня, стебля), имеющих радиальную симметрию, листья являются плоскими двусторонне симметричными органами.

Таблица 2. Видоизменения листьев

Функции	Примеры
Запасание питательных веществ Защита от поедания животными Закрепление лазящего стебля Защита зачатка побега Улавливание и переваривание насекомых	Листья кочана капусты, сочные чешуи лукович Колючки барбариса, кактуса Усики гороха Кроющие чешуи почек Ловчие аппараты насекомоядных растений

Не останавливаясь на морфологических (внешних) признаках листа, которые достаточно подробно описаны в учебнике (разнообразие форм листовой пластинки; степень расчленения листьев — цельные, лопастные, отдельные, рассеченные; форма края листа; наличие или отсутствие черешка и прилистников; простые и сложные листья; характер жилкования), рассмотрим его внутреннее строение. Основу листа составляет мякоть, состоящая из ассимиляционной ткани двух типов: в верхней части листа — более плотная столбчатая (палисадная), в нижней — рыхлая губчатая ткань, имеющая крупные межклетники, заполненные воздухом. В клетках столбчатой и губчатой ткани осуществляется фотосинтез, в связи с чем в них содержатся зеленые пластиды — хлоропласты<sup>1</sup>.

Через мякоть листа проходят жилки (сосудисто-волокнистые пучки), состоящие из следующих компонентов: 1) сосудов, по которым в клетки столбчатой и губчатой ткани поступает вода и растворенные в ней вещества (в их составе находятся все элементы, поглощаемые корнем из почвы); 2) ситовидных трубок, служащих для оттока продуктов фотосинтеза в стебель; 3) механических волокон.

Сверху и снизу лист покрыт кожей (эпидермисом). В коже имеются многочисленные устьица, обеспечиваю-

<sup>1</sup> Синоним — хлорофилловые зерна, однако этим устаревшим термином пользоваться не следует, поскольку в состав хлоропластов входит не только хлорофилл, но и многие другие вещества.

щие газообмен между воздухом, находящимся в межклетниках, и атмосферой. Каждое устьице состоит из двух клеток и щели между ними. Утром устьичные щели открываются, благодаря чему углекислый газ поступает внутрь листа (а из него выделяются кислород и водяной пар), а на ночь закрываются, вследствие чего уменьшается испарение воды. В жаркую сухую погоду устьица могут закрываться и днем, что приводит к уменьшению фотосинтеза, но зато защищает лист от высыхания.

На экзамене желательно иллюстрировать ответ на вопрос о клеточном строении листа схематическим рисунком (см. иллюстрацию в школьном учебнике), показав верхнюю кожицу, два-три слоя клеток столбчатой ткани, жилку в поперечном разрезе, губчатую ткань и нижнюю кожицу.

Наряду со своей главной функцией — фотосинтезом листья осуществляют другой важный процесс — испарение воды. Интересно отметить, что испарение может играть в жизни растения как положительную роль (понижая температуру листьев и способствуя передвижению воды и растворенных веществ по сосудам древесины), так и отрицательную (при недостатке воды испарение приводит к завяданию, остановке роста, а иногда и к полной гибели растения).

Говоря о значении процесса фотосинтеза, важно подчеркнуть, что накопление растением массы органического вещества зависит от соотношения двух противоположных процессов — фотосинтеза и дыхания (табл. 3).

Фотосинтез происходит только днем, а дыхание все время — и днем, и ночью. В благоприятных условиях (хорошее освещение, достаточное количество воды, соответствующая температура) фотосинтез идет значительно интенсивнее, чем дыхание, благодаря чему образование органических веществ в процессе фотосинтеза превышает их расход при дыхании. Следует отметить, что дыхание

Таблица 3. Фотосинтез и дыхание

Фотосинтез	Дыхание
<p>Образование органических веществ</p> <p>Поглощение <math>\text{CO}_2</math></p> <p>Выделение <math>\text{O}_2</math></p> <p>Накопление энергии</p> <p>Происходит только на свету</p> <p>Происходит только в клетках, содержащих хлорофилл</p>	<p>Распад органических веществ</p> <p>Поглощение <math>\text{O}_2</math></p> <p>Выделение <math>\text{CO}_2</math></p> <p>Освобождение энергии</p> <p>Происходит как на свету, так и в темноте</p> <p>Происходит во всех живых клетках</p>

нельзя считать особой функцией листьев, так как этот процесс осуществляется в клетках всех органов, а не только листьев. Дыхание — универсальный процесс, свойственный всем клеткам как растений, так и животных. Однако в отличие от животных у растений нет никаких специальных органов газообмена (как, например, легкие животных), что объясняется большой расчлененностью тела растений и наличием системы межклетников, сообщающихся с атмосферой через устьица.

В заключение необходимо рассказать о влиянии внешних условий на строение листьев. Этот вопрос разбирается в двух параграфах школьного учебника: в одном из них говорится о световых и теневых листьях, в другом — о строении листьев растений влажных и засушливых мест. Целесообразно, однако, рассмотреть влияние света и влаги одновременно, поскольку на открытых солнечных местах (луга, степи, пустыни) растения обычно испытывают недостаток воды, тогда как в тени (под пологом леса) растения находятся в условиях хорошего водоснабжения. Листья растений, обитающих на ярком свету (так называемые световые листья), имеют небольшие листовые пластинки с хорошо развитой столбчатой тканью (число слоев клеток в ней доходит иногда до пяти), густой сетью жилок, плотной кожицей. У многих растений сухих мест листья покрыты восковым налетом и густыми, как войлок, волосками, а у некоторых листья превратились в колючки (кактусы) или недоразвиты (саксаул). Затенение и обилие влаги способствуют образованию больших по площади, но тонких и нежных листьев. Следует отметить характерную особенность теневых листьев: слабое развитие столбчатой ткани и наличие крупных хлоропластов с высоким содержанием хлорофилла (приспособление для лучшего улавливания слабого света).

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите внешнее строение листа, разнообразие форм листовой пластинки и края листа.
2. Чем отличаются простые листья от сложных? Какие листья называют парно- и непарноперистосложными? Приведите примеры растений с простыми и сложными листьями.
3. Перечислите видоизменения листьев и опишите их функции.
4. Что такое жилки и каковы их функции? Опишите типы жилкования листьев.
5. Из каких тканей состоит лист? Какие функции выполняют эти ткани? Нарисуйте схему расположения тканей на поперечном разрезе листа.
6. Какова связь между строением кожицы листа и ее функциями?

7. Опишите строение устьиц. Какое значение имеют открывание и закрывание устьичных щелей?

8. Опишите газообмен листьев на свету и в темноте. Составьте процессы фотосинтеза и дыхания.

9. Какие условия необходимы для осуществления процесса фотосинтеза?

10. Какое значение имеет испарение воды листьями?

11. Чем отличаются теневые листья от световых? Почему теневые растения, выставленные на яркий свет, погибают?

12. Каковы особенности листьев засушливых мест? Какое значение имеет отсутствие листьев у некоторых пустынных растений? В каких клетках происходит фотосинтез у кактуса?

13. Почему осенью листья изменяют свою окраску? Каково значение листопада в жизни древесных растений?

14. Какое значение имеет озеленение населенных пунктов?

## СТЕБЕЛЬ

Стебель, как и корень, является осевым органом, имеющим верхушечный рост и радиальное строение. Характерная особенность стебля состоит в том, что на нем формируются листья, цветки и плоды (сравните с корнем, на котором никогда не бывает листьев и цветков). Главный стебель, развивающийся из почки зародыша семени, соединен с главным корнем; кроме того, на любом участке стебля могут образовываться придаточные корни. Таким образом, стебель соединяет все органы растения в единое целое.

Стебель с расположенными на нем листьями называется побегом. Побеги развиваются из почек. Следует ознакомиться со строением почек и их расположением, развитием побега из почки и ростом стебля в высоту (эти вопросы освещены в учебнике достаточно подробно).

Стебель выполняет важные функции: 1) проводящую — проведение веществ от корней к листьям и в обратном направлении, 2) механическую — обеспечивает положение тела растения в пространстве и выносит листья к свету, выдерживая значительные механические нагрузки (тяжесть собственных ветвей, листьев, цветков, плодов, действие ветра и т. п.), 3) запасную — отложение крахмала, жира и других органических веществ в некоторых тканях стебля. Кроме того, молодые (зеленые) стебли осуществляют процесс фотосинтеза.

Для того чтобы ясно представить себе, как выполняет эти функции стебель, необходимо детально рассмотреть его внутреннее (анатомическое) строение. Стебель травянистых растений состоит из основной ткани, в которой расположены многочисленные проводящие (сосудисто-волокнистые) пучки. В стебле древесных растений из класса

двудольных<sup>1</sup> пучки сливаются, образуя три концентрических слоя (наподобие трех полых цилиндров, вставленных друг в друга): древесину, камбий и луб. Центральную часть стебля занимает сердцевина, а снаружи от луба расположены зеленые клетки коры. Молодой стебель покрыт однослойной кожицей, а в конце первого лета под кожицей закладывается пробковая ткань, которая с каждым годом становится все более толстой. Пробка не пропускает воду и питательные вещества, поэтому кожица отмирает и слущивается.

На поперечном разрезе стебля липы (см. соответствующие рисунки в школьном учебнике) видны четыре слоя: сердцевина, древесина, камбий и кора (корой называют все, что расположено снаружи от камбия, причем внутренняя часть коры, примыкающая к камбию, представлена лубом). Проводящие и механические элементы древесины и луба тянутся вдоль стебля, а в поперечном направлении через древесину и луб проходят ряды живых клеток, образующие так называемые сердцевинные лучи. Перечень тканей стебля древесного растения приведен в табл. 4.

Довольно сложен вопрос о росте стебля в толщину. В учебнике об этом сказано кратко: «Благодаря делению клеток камбия откладываются молодые клетки коры и древесины». Как же происходит этот процесс? Клетки камбия делятся в плоскости, проходящей по хорде, в результате чего слой камбия должен был бы увеличиваться в толщину. Однако этого не происходит, потому что из двух дочерних клеток, возникающих при делении клетки камбия, только одна остается камбиальной, т. е. сохраняет способность делиться, тогда как вторая превращается в элемент постоянной ткани: если эта клетка расположена к периферии от камбия, она становится клеткой луба, а если к центру стебля — клеткой древесины. Последнее происходит значительно чаще, вследствие чего слой древесины оказывается гораздо шире, чем слой луба.

Годичная слоистость древесины получается в результате того, что весной образуются крупные сосуды, затем размер их уменьшается, и в конце лета или в начале осени формируются очень мелкие плоские клетки, после чего деятельность камбия прекращается до весны следующего года. Следует обратить внимание на интересный вопрос о влиянии факторов внешней среды на ширину годичных колец древесины.

Стебли растений очень разнообразны. Прежде всего нужно отметить, что они бывают травянистыми (нежные

---

<sup>1</sup> Все лиственные древесные растения умеренного пояса относятся к двудольным, и только в тропиках встречаются деревья из класса однодольных (пальмы, бамбук, драцена).

Таблица 4. Ткани стебля древесного растения

Части стебля (на поперечном разрезе)	Ткани	Функции
Сердцевина	Запасающая	Отложение запасов органических веществ
Древесина	Проводящая (сосуды)	Восходящий ток воды и растворенных веществ
	Механическая (древесинные волокна)	Укрепление стебля
Камбий	Запасающая (сердцевинные лучи)	Отложение запасов и передвижение веществ в поперечном направлении
	Образовательная	Рост стебля в толщину
Кора: луб	Проводящая (ситовидные трубки)	Проведение продуктов фотосинтеза из листьев к корням, цветкам, плодам
	Механическая (лубяные волокна)	Укрепление стебля
наружная часть коры	Запасающая (сердцевинные лучи)	Отложение запасов и проведение веществ в поперечном направлении
	Ассимиляционная (зеленые клетки коры)	Фотосинтез
	Покровная: а) кожица (у однолетних стеблей); б) пробка (с конца первого лета)	Защита внутренних тканей от испарения и повреждений

гибкие стебли трав и молодые побеги древесных пород) и деревянистыми (жесткие стебли, приобретающие твердость благодаря одревеснению, т. е. отложению в клеточных стенках особого органического вещества — лигнина). Одревеснение происходит у стеблей деревьев и кустарников, начиная со второй половины лета первого года их жизни.

В зависимости от характера роста стебли делят на прямостоячие, ползучие, вьющиеся, лазящие (цепляющиеся) и укороченные. Все эти типы стеблей хорошо описаны в учебнике. Следует лишь дополнить описание ползучих стеблей, которые делятся на усы с длинными междоузлиями и конечными почками, способными укорениться (у земляники, лютика ползучего), и плети — облиственные побеги с довольно короткими междоузлиями, стелющиеся по земле и не укореняющиеся (у огурца, тыквы, арбуза).

Побеги, выполняющие специализированные функции, подвергаются видоизменениям.

### Видоизменения побегов

Функции	Примеры
Отложение запасов и вегетативное размножение	Корневища (ландыша, пырея), клубни (картофеля, топинамбура), луковицы
Защита от поедания животными	Колючки дикой груши, терна, боярышника
Фотосинтез и запасание воды	Сочные стебли кактусов с листьями, превратившимися в колючки
Закрепление лазящих и ползучих стеблей	Усики винограда, огурцов
Семенное размножение	Цветки

Вегетативное размножение растений имеет большое теоретическое и практическое значение. В программе этот вопрос включен в тему «Стебель», но фактически в вегетативном размножении участвуют все вегетативные органы. В учебнике «Ботаника» вегетативное размножение описано достаточно подробно. В связи с этим ограничимся указанием на необходимость различать естественное вегетативное размножение (происходящее в природе без вмешательства человека) корневищами, клубнями, луковицами, корневыми отпрысками, усам, отводками и черенками (отделившимися от растения частями вегетативных органов) и искусственное, применяемое в практике растениеводства с использованием всех видов естественного вегетативного размножения, а также особого приема — прививки (сращивания части размножаемого растения с соответствующим подвоем). Вегетативное размножение свидетельствует о ярко выраженной способности растений к регенерации (восстановлению целого организма из части).

### Вопросы для самоконтроля

1. Какова роль стебля в жизни растения?
2. Что такое побег? Что называют узлом, междоузлем, пазухой листа?
3. Что такое почка растения и каково ее строение? Какие типы почек вы знаете? Как располагаются почки на стебле?
4. Опишите процесс развития побега из почки. Как происходит рост растений в высоту?
5. Нарисуйте схематически поперечный разрез стебля древесного растения, обозначив сердцевину, древесину, камбий и кору.
6. Из каких тканей состоят древесина и луб и каковы функции этих тканей?
7. Что такое камбий и какова его функция?
8. Как происходит утолщение стебля? Как образуется годичная слоистость древесины?

9. Как определить по пню, сколько лет и в каких условиях росло спиленное дерево?

10. Как происходит передвижение веществ по стеблю?

11. Чем отличается кожица от пробки? Что такое чечевички?

12. Перечислите основные видоизменения побегов и укажите их функции.

13. На основании каких признаков корневище, клубень и луковицу считают побегами? Чем отличается корневище от корня?

14. В чем отличие травянистых растений от древесных? Чем отличаются деревья от кустарников?

15. Опишите основные типы стеблей. Чем отличаются плети от усов, вьющиеся растения от лазящих? Приведите примеры.

16. Что такое вегетативное размножение? Опишите основные способы вегетативного размножения растения — естественного и искусственного.

17. Как размножают растения прививкой? Что такое привой и подвой?

## ЦВЕТОК, ПЛОД, СЕМЯ

Цветки, плоды и семена — генеративные органы растения. В школьном учебнике они описаны в главах 1, 3 и 8. Отвечая на вопрос о строении цветка, следует начать с того, что цветок — это видоизмененный побег, служащий для семенного размножения. Как и всякий побег, цветок развивается из почки. Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоложем, а чашечка, венчик, тычинки и пестики образованы видоизмененными листьями. Чашелистики окрашены в зеленый цвет и почти не отличаются от обыкновенных листьев. Лепестки обычно не зеленые, но они также имеют форму листьев с хорошо заметными жилками. Совокупность чашечки и венчика называется околоцветником. Околоцветник, не разделенный на чашечку и венчик (все листочки одинаковы, как, например, у пролески, тюльпана), называют простым. Главные части цветка — тычинки и пестики — совсем не похожи на листья, но и они произошли из листьев (каждая тычинка — из одного листа, а пестик может быть образован одним или несколькими сросшимися листьями, о чем можно судить по числу средних жилок). Одно из доказательств листового происхождения тычинок и пестиков — их превращение в лепестки в махровых цветках. Необходимо знать строение тычинки и пестика и уметь делать схематические рисунки этих органов.

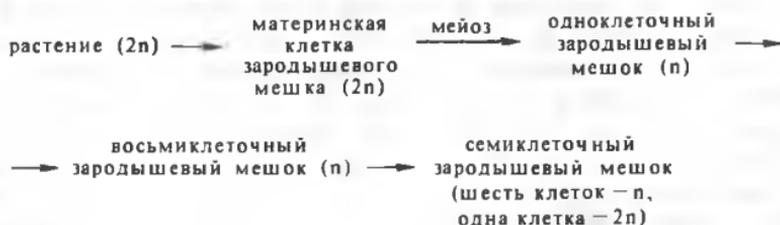
Большинство цветков содержат как тычинки, так и пестики (их называют обоеполыми), но у некоторых растений образуются однополые цветки, содержащие только тычинки (тычиночные цветки) или только пестики (пестич-

ные цветки). Следует обратить внимание на то, что растения с однополыми цветками делятся на однодомные и двудомные (нужно расшифровать эти термины и привести соответствующие примеры).

Необходимо подчеркнуть, что хотя тычинки предопределяют мужской пол, а пестики — женский, их ни в коем случае нельзя считать половыми органами, т. е. органами, вырабатывающими половые клетки, так как в них образуются не гаметы, а пыльца (в тычинках) или зародышевые мешки (в пестиках). В пыльниках тычинок из материнских клеток пыльцы в результате мейоза образуются гаплоидные пыльцевые зерна (по четыре из каждой материнской клетки). Затем внутри пыльцевого зерна образуются вегетативная клетка и две мужские гаметы без жгутиков (спермии). Эти процессы можно изобразить схематически ( $n$  — гаплоидное число хромосом,  $2n$  — диплоидное):



В семяпочках, расположенных в завязи пестика, из материнской клетки путем мейоза образуются четыре гаплоидные клетки, из которых три отмирают, а из четвертой после трех митозов возникает восьмиклеточный зародышевый мешок. Затем две центральные клетки зародышевого мешка сливаются в одну диплоидную клетку, называемую вторичной. Таким образом возникает готовый к оплодотворению семиклеточный зародышевый мешок, в котором шесть клеток (в том числе женская гамета — яйцеклетка) гаплоидны, а центральная (вторичная) клетка диплоидна. Сказанное можно представить в виде схемы:



Цветки могут быть одиночными или собранными в группы — соцветия. Необходимо знать основные типы соцветий (кисть, зонтик, колос, початок, головка, корзинка, метелка) и уметь изобразить их на схематических рисунках (см. рисунки в учебнике В. А. Корчагиной). Требуется некоторого разъяснения вопрос о биологическом значении соцветий. Совершенно очевидно, что соцветия на-

секомоопыляемых растений служат для привлечения насекомых. Однако крупные одиночные цветки (например, мака или тюльпана) тоже хорошо заметны для насекомых. Биологическое значение соцветий заключается в экономии материала: вместо того чтобы тратить органические вещества на рост одного большого цветка, растение образует из этого же материала множество мелких цветков, благодаря чему резко повышается количество плодов, созревающих на растении. У ветроопыляемых растений образование соцветий облегчает перекрестное опыление: объединение большого количества цветков в соцветие значительно повышает вероятность попадания облачка пыльцы на рыльца пестиков.

Приспособления растений к перекрестному опылению насекомыми и ветром описаны в учебнике достаточно подробно. Некоторые характерные признаки ветро- и насекомоопыляемых растений приведены в табл. 5.

Таблица 5. Признаки ветроопыляемых и насекомоопыляемых растений

Признаки	Ветроопыляемые растения	Насекомоопыляемые растения
Венчик	Невзрачный или отсутствует	Яркий
Расположение тычинок	Открытое, пыльники на длинных нитях	Внутри цветка
Рыльца пестиков	Большие, часто перистые	Небольшие
Пыльца	Очень много, сухая, мелкая	Не очень много, липкая, крупная
Запах	Нет	Есть у многих
Нектар	»	То же

Необходимо детально ознакомиться с процессом двойного оплодотворения, который описан в главе 10 учебника «Общая биология». Схематически этот процесс можно изобразить так:

1-й спермий (n) + яйцеклетка (n) → зигота (2n) → зародыш (2n)

2-й спермий (n) + центральная клетка зародышевого мешка (2n) → триплоидная клетка (3n) → эндосперм (3n)

После оплодотворения семяпочка разрастается, превращаясь в семя, состоящее из зародыша, эндосперма и семенной кожуры. Однако у многих растений (бобовых, розоцветных, сложноцветных и др.) эндосперм можно заметить только в самом начале созревания семени, так как впоследствии он отдает все свои питательные ве-

щества развивающемуся зародышу. Главная часть семени — зародыш. Он состоит из корешка, стебелька, почечки с листочками и одной или двух семядолей (видоизмененных листьев, отходящих от стебелька). У семян с эндоспермом семядоли обычно небольшие (например, у злаков одна семядоля маленького размера). У семян без эндосперма запасы питательных веществ накапливаются в крупных семядолях зародыша.

Характерная особенность покрытосеменных растений — развитие семян внутри плода. Плод состоит из околоплодника и семян, количество которых соответствует числу семязачек, содержащихся в завязи. Околоплодник бывает сухим (кожистым или деревянистым) или сочным, причем у ягод он состоит из кожицы и мякоти, а у костянок — из кожицы, мякоти и косточки, внутри которой заключено семя. Классификация плодов показана в табл. 6.

Таблица 6. Классификация плодов

Типы плодов		Названия плодов	Примеры растений
по консистенции околоплодника	по числу семян		
Сухие	Односемянные	Семянка Орех Зерновка	Подсолнечник, одуванчик Орешник, дуб Злаки
Сухие	Многосемянные	Боб Стручок Коробочка	Бобовые Крестоцветные Мак, белена, хлопчатник
Сочные	Обычно односемянные <sup>1</sup>	Костянка	Вишня, слива, абрикос
Сочные	Обычно многосемянные <sup>2</sup>	Ягода	Виноград, смородина, помидор

<sup>1</sup> У крушины и бузины многосемянная костянка.

<sup>2</sup> У финиковой пальмы односемянная ягода.

Следует отличать настоящие плоды от ложных: настоящий плод образуется из завязи пестика, тогда как в образовании ложных плодов участвуют другие части цветка (цветоложе, основания чашелистиков и лепестков). Если в цветке много пестиков, то из одного цветка образуется много мелких плодиков, объединенных в сборный плод (в качестве примера можно привести сборный плод ма-

лвыи, состоящий из большого количества мелких костянок). У шиповника и земляники цветоложе разрастается, превращаясь в сочный ложный плод, внутри которого развиваются многочисленные плодики (орешки или семечки).

Нужно знать приспособления, которые выработались у растений для распространения плодов и семян ветром, водой, птицами, млекопитающими, и приводить соответствующие примеры.

Говоря о прорастании семян, следует обратить внимание на последовательность происходящих при этом процессов: 1) семена поглощают большое количество воды и набухают; 2) при благоприятной температуре и доступе кислорода (необходимого для дыхания, которое быстро усиливается) ферменты клеток семян переходят из неактивного состояния в активное; 3) под действием ферментов нерастворимые запасные вещества превращаются в растворимые (крахмал — в сахар, жиры — в глицерин и жирные кислоты, белки — в аминокислоты); 4) зародыш, используя растворимые органические вещества, трогается в рост, причем сначала растет корешок, а затем побег.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение цветка. Исходя из представления о том, что цветок — это видоизмененный побег, укажите части цветка, имеющие стеблевое и листовое происхождение.

2. Чем отличаются однодомные растения от двудомных? К каким группам растений относятся тополь, конопля, кукуруза, сурьца?

3. Опишите строение пестика и тычинок. Как образуются пыльца и зародышевый мешок?

4. Можно ли назвать тычинки и пестики половыми органами растения? Объясните.

5. Что такое соцветия и каково их биологическое значение? Опишите основные типы соцветий и приведите соответствующие примеры.

6. Как происходит опыление растений и какие типы опыления вам известны? Дайте сравнительную характеристику насекомоопыляемых и ветроопыляемых растений.

7. Почему деревья, опыляемые ветром, цветут ранней весной?

8. Какое преимущество имеет перекрестное опыление по сравнению с самоопылением? Как и зачем проводят искусственное опыление растений?

9. Как происходит оплодотворение у покрытосеменных растений? Почему его называют двойным?

10. Из чего развиваются плоды и семена? Почему у одних растений в плоде содержится одно семя, а у других много?

11. Перечислите основные типы плодов, опишите их строение и приведите соответствующие примеры.

12. При помощи каких агентов и как распространяются плоды и семена? Приведите примеры.

13. Опишите строение семян фасоли и пшеницы, отметив черты сходства и различия между ними.

14. Где откладываются запасные питательные вещества в семенах с эндоспермом и в семенах без эндосперма? В каких семенах содержится много крахмала, жира, белка?

15. Как происходит прорастание семян и какие условия необходимы для этого?

16. Что происходит с запасными питательными веществами при прорастании семян? Какое значение имеет превращение крахмала в сахар?

17. Что развивается раньше при прорастании семян — корень или стебель с листьями? Какое это имеет значение?

18. В каких условиях нужно хранить семена? Почему нагреваются влажные семена при их хранении?

## МНОГООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ

Второй раздел ботаники рассматривает многообразие растительного мира. Растений на земном шаре насчитывается около 500 000 видов. Разобраться в этом многообразии можно лишь с помощью современной систематики. Основной систематической единицей в ботанике (как и в зоологии) является вид. Родственные виды объединяются в роды, роды — в семейства, семейства — в порядки, порядки — в классы, классы — в типы. Так, известный всем вид овощного растения лук посевной относится к роду лук, семейству лилейные, порядку лилиецветные, классу однодольные, типу покрытосеменные.

Все растения делят на низшие и высшие. Растения, у которых тело не расчленено на корни, стебли и листья, называют низшими; к ним относятся бактерии, водоросли, грибы и лишайники. Отдел высших растений объединяет типы мохообразных, папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных.

При характеристике каждой группы растений следует описать их строение, способы питания и размножения. Далее необходимо сравнить особенности данной группы с признаками других групп и попытаться определить ее происхождение и положение в общей системе растений. После этого нужно перечислить наиболее важных представителей рассматриваемой группы, указав их значение в природе и народном хозяйстве.

### НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ

#### Бактерии

Характеризуя тип бактерий, необходимо отметить микроскопические размеры и простоту организации этих одноклеточных организмов, форму их клеток (шаровидную, палочковидную или извитую). При описании строения бактериальной клетки обратите внимание на отсутствие оформ-

ленного ядра, функции которого выполняют одно или несколько телец, содержащих ДНК.

Важно подчеркнуть, что несмотря на постоянную массовую гибель бактерий из-за поедания их одноклеточными животными (простейшими), губительного действия солнечных лучей и других неблагоприятных факторов, эти примитивные организмы сохранились с древнейших времен благодаря ряду биологических особенностей: 1) способности к очень быстрому размножению путем деления клетки на две (у многих видов через каждые 20–30 мин); 2) образованию клетками многих бактерий чрезвычайно устойчивых спор, выдерживающих длительное отсутствие воды, пищи, кислорода, действие высоких и низких температур; 3) повсеместному распространению (в почве, воде, воздухе, на поверхности всех предметов) вследствие быстрого переноса бактерий и их спор ветром, водой и другими агентами.

Следует обратить внимание на большое разнообразие физиологических особенностей бактерий и их высокую биохимическую активность (быстрое превращение разнообразных веществ под действием ферментов), вследствие чего бактерии играют огромную роль в природе и в жизни человека. Говоря о питании бактерий, нужно отметить, что лишь немногие виды являются автотрофами, т. е. способны усваивать  $\text{CO}_2$  в процессе фотосинтеза (зеленые и пурпурные бактерии) или хемосинтеза (подробнее хемосинтез рассматривается в разделе «Общая биология»). Большинство бактерий — гетеротрофы, т. е. питаются готовыми органическими веществами мертвых остатков (сапрофиты) или живых растений, животных и человека (паразиты). Одни бактерии живут при доступе кислорода воздуха (так называемые аэробы), добывая необходимую им энергию в процессе дыхания:



или неполного окисления, например этилового спирта до уксусной кислоты (этот процесс, на котором основано получение уксуса, не совсем точно называют «уксуснокислым брожением»):



Другая группа бактерий обитает в бескислородной среде (анаэробные организмы), освобождая энергию в процессе брожения — распада органических веществ без участия кислорода. Один из наиболее важных видов подобных процессов — молочнокислое брожение, в результате которого сахар распадается на две молекулы молочной кислоты:



Молочнокислородное брожение лежит в основе скисания молока, а также квашения овощей и силосования кормов, причем благодаря накоплению молочной кислоты создается кислая среда, препятствующая размножению гнилостных бактерий, что обеспечивает сохранность продукта.

Нужно знать, какие бактерии кроме уксуснокислых и молочнокислых используются в народном хозяйстве.

Следует отметить относительность понятий пользы и вреда микроорганизмов на примере гнилостных бактерий: в хозяйстве эти бактерии приносят вред, вызывая порчу продуктов (здесь с ними борются при помощи высоких температур, замораживания, высушивания, квашения и т. п.), тогда как в природе они играют большую санитарную роль, освобождая поверхность земли от трупов животных и растений, очищая воды в реках от загрязняющих их органических веществ и снабжая растения минеральными солями, образующимися при разложении органических соединений.

Необходимо указать на большое положительное значение группы бактерий, способных связывать молекулярный азот ( $N_2$ ), совершенно недоступный для высших растений. Одни бактерии из этой группы свободно живут в почве, обогащая ее связанным азотом, тогда как другие усваивают азот воздуха, поселяясь в клетках корней бобовых растений — в особых утолщениях, называемых клубеньками. При рассмотрении этого вопроса следует обратить внимание на симбиоз (взаимовыгодное сожительство) клубеньковых бактерий и высших растений: бактерии получают от своего хозяина сахар, образующийся при фотосинтезе, и снабжают его аминокислотами и другими продуктами связывания молекулярного азота.

Характеризуя болезнетворные (паразитические) бактерии, нужно знать, какие болезни вызывают бактерии у человека и животных, как распространяются возбудители болезней, как они попадают в организм хозяина, и перечислить основные меры борьбы с болезнетворными бактериями.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы размеры, форма и строение бактериальных клеток?
2. Как размножаются бактерии? Можно ли считать цепочки, образуемые некоторыми видами бактерий, многоклеточными организмами?
3. Как происходит образование спор у бактерий? Почему этот процесс нельзя считать размножением?
4. Как объяснить способность некоторых бактерий выдерживать в течение длительного времени очень неблагоприятные условия (высокие и низкие температуры, отсутствие воды и пищи и т. п.)?

5. Что способствует повсеместному распространению бактерий?

6. Чем питаются бактерии? Чем отличаются сапрофиты от паразитов?

7. Охарактеризуйте значение бактерий в круговороте веществ в природе.

8. Какую роль играют гнилостные бактерии в природе и в хозяйстве человека?

9. Какие существуют способы борьбы с порчей продуктов?

10. Что такое молочнокислое брожение? Почему происходит свертывание молока? Как объяснить, что силос и квашенные овощи могут сохраняться длительное время?

11. Слабое вино при доступе воздуха прокисает, превращаясь в уксус. Почему этот процесс нельзя считать типичным брожением?

12. Какую пользу приносят клубеньковые бактерии бобовому растению и что они получают от своего хозяина? Что такое симбиоз?

13. Приведите примеры бактериальных болезней человека. Как проникают болезнетворные бактерии в организм человека?

14. Перечислите меры борьбы с болезнетворными бактериями.

## Водоросли

Водоросли — большая группа низших растений, обитающих в пресной и морской воде, а также на суше (во влажной почве, на коре деревьев и т. п.). Среди водорослей есть как одноклеточные, так и многоклеточные, причем последние нередко достигают очень больших размеров. В отличие от высших растений (среди которых также немало обитателей водоемов) тело водорослей (слоевище) не разделено на корни, стебли и листья. Размножаются водоросли тремя способами: 1) вегетативным (у одноклеточных — делением клетки, у многоклеточных — частями слоевища), 2) бесполом — путем образования специальных клеток — спор, каждая из которых способна развиться в новое растение (споры многих водорослей снабжены жгутиками и в этом случае называются зооспорами), 3) половым, при котором новый организм образуется из зиготы, получившейся в результате слияния двух половых клеток — гамет.

Строение и образ жизни водорослей очень разнообразны, в связи с чем эту группу делят на несколько типов. Наиболее примитивны синезеленые водоросли, клетки которых не содержат оформленного ядра и пластид, обнаруживая большое сходство со строением бактериальных клеток. Остальные водоросли (зеленые, бурые, красные и др.) имеют клетки с настоящим ядром и пластидами, которые обычно называют хроматофорами. У одних водорослей в клетках много хроматофоров, у других — только один большой хроматофор (например, у хлореллы, хламидомонады, спиригиры). Все водоросли содержат хлоро-

филл и способны к фотосинтезу. Разная окраска водорослей объясняется тем, что в их клетках, кроме хлорофилла, находятся различные дополнительные пигменты.

Особый интерес представляет дополнительный пигмент красных водорослей, которые обитают в морях на большой глубине. Известно, что красные лучи, являющиеся главным источником энергии для фотосинтеза зеленых растений, не проникают через толщу морской воды более чем на 34 м, тогда как зеленые лучи доходят до глубины около 300 м. В связи с тем, что зеленые лучи не поглощаются хлорофиллом (этим и объясняется его зеленый цвет), у глубоководных водорослей вырабатывается красный пигмент, поглощающий зеленые лучи и передающий энергию на хлорофилл.

Следует подробно описать строение, образ жизни и размножение пресноводных зеленых водорослей — одноклеточных (хлореллы, хламидомонады) и нитчатых (улотрикса, спирогиры) и дать краткую характеристику многоклеточных морских водорослей — зеленых, бурых и красных, отметив их значение в природе и в народном хозяйстве.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику водорослей. Как питаются водоросли? Какие типы водорослей вам известны?
2. Опишите способы размножения водорослей.
3. Основные характерные черты строения клеток зеленых водорослей.
4. Опишите строение и способы размножения зеленых водорослей — хламидомонады и улотрикса.
5. Чем отличаются морские водоросли от водных цветковых растений?
6. Какое значение имеет красная окраска глубоководных морских водорослей?
7. Каково значение водорослей в природе?
8. Какие водоросли использует человек в своей практике?

### Грибы

Грибы — очень обширный тип низших растений. Большинство грибов живет на суше.

При рассмотрении любой группы грибов (плесени, дрожжи, шляпочные грибы, грибы-паразиты) целесообразно сначала дать общую характеристику типа, затем описать особенности данной группы (строение, питание, размножение), назвать наиболее важных представителей, отметив их значение в природе и хозяйстве человека.

Следует обратить внимание на своеобразное строение тела грибов, которое состоит из тонких переплетающихся

нитей (гиф), образующих грибницу. У большинства грибов гифы разделены поперечными перегородками на отдельные клетки, но у некоторых (например, у мукора) перегородок нет, и вся грибница представляет собой одну гигантскую многоядерную клетку. Своеобразной группой грибов являются дрожжи, не имеющие грибницы и состоящие всего из одной клетки (с одним ядром).

Все грибы способны размножаться вегетативно — частями грибницы (а дрожжи — почкованием). Для большинства видов грибов основной способ размножения — при помощи спор, которые образуются различными способами: 1) внутри особых вместилищ — спорангиев (у мукора), 2) отшнуровываются от выростов грибницы (у аспергилла и пеницилла), 3) в плодовых телах (например, у шляпочных грибов).

Грибы являются гетеротрофными организмами, т. е. питаются готовыми органическими веществами. По способу питания все грибы делятся на сапрофитов и паразитов.

При характеристике грибов-сапрофитов следует отметить их большую роль в круговороте веществ в природе. Сапрофитные грибы (так же, как и гнилостные бактерии) минерализуют органические вещества, освобождают почву от мертвых остатков, одновременно пополняя в ней запасы минеральных солей, которые служат питанием для зеленых растений. Большую пользу высшим растениям приносят грибы, срастающиеся грибницей с корнями и снабжающие своего хозяина азотом, фосфором и другими элементами почвенного питания, получая взамен углеводы, образующиеся в процессе фотосинтеза. Это явление, называемое микоризой, представляет собой яркий пример симбиоза — взаимовыгодного сожительства организмов, принадлежащих к разным видам. В хозяйстве человека сапрофитные грибы, в частности плесневые, могут приносить вред, вызывая порчу продуктов. В то же время нужно подчеркнуть, что грибы находят широкое применение в народном хозяйстве. Плодовые тела многих шляпочных грибов — ценные пищевые продукты. Большое практическое значение имеют дрожжи благодаря их способности вызывать спиртовое брожение, т. е. расщеплять сахар на этиловый спирт и углекислый газ:



Этот процесс используется для получения вина, пива, технического спирта, а также в хлебопечении; в последнем случае имеет значение углекислый газ, который образуется в большом количестве (45 л из 180 г глюкозы) и вызывает разрыхление и подъем теста. Из культур некоторых плесневых грибов получают антибиотики (например, пенициллин), лимонную кислоту и другие продукты.

Грибы-паразиты поселяются главным образом на высших растениях (значительно реже — на животных). Насчитывается более 10 тыс. видов грибов, паразитирующих на корнях, стеблях, листьях и плодах. Наиболее распространенные грибные болезни растений — спорынья, головня, ржавчина, мучнистая роса, плодовая гниль и др.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику типа грибов. Что такое грибница?
2. Сравните строение клеток грибов со строением клеток бактерий и водорослей.
3. Как питаются грибы? Чем отличаются грибы-сапрофиты от грибов-паразитов?
4. Как размножаются грибы?
5. В чем различие в строении грибницы и органов размножения мукора и пеницилла?
6. Каково значение плесневых грибов в природе и в практике человека? Что такое пенициллин и почему его называют антибиотиком?
7. Дрожжевые грибы, их строение, размножение и практическое значение. Что такое спиртовое брожение?
8. Перечислите известные вам съедобные и ядовитые шляпочные грибы. Чем отличаются пластинчатые грибы от трубчатых?
9. Что такое микориза? Каковы взаимоотношения гриба и высшего растения в микоризе?
10. Какие болезни культурных растений вызывают грибы? Перечислите меры борьбы против грибов-паразитов.
11. Зачем протравливают семена перед посевом?

### Лишайники

Своеобразную группу низших растений представляют лишайники — комплексные организмы, состоящие из гриба и водоросли. Необходимо обратить внимание на то, что несмотря на разнообразие внешней формы лишайников (кустистые, накипные, листоватые), все они имеют сходное внутреннее строение: тело лишайника образовано гифами гриба, между которыми располагаются зеленые или синезеленые водоросли.

Лишайники — яркий пример взаимовыгодного сожительства (симбиоза) двух разных организмов: гриб снабжает водоросли водой и минеральными солями и защищает их от высыхания и других неблагоприятных воздействий, а водоросли в процессе фотосинтеза образуют органические вещества, используемые как самими водорослями, так и грибом.

Необходимо знать условия обитания лишайников, способы их размножения и значение в природе и в народном хозяйстве.

## Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные формы лишайников и опишите внутреннее строение лишайников.
2. Как питаются лишайники? Каковы отношения в лишайнике между грибом и водорослью?
3. Где встречаются лишайники? Почему они являются самыми нетребовательными растениями?
4. Как размножаются лишайники?
5. Какова роль лишайников в природе и в народном хозяйстве?

## ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Для высших растений характерно расчленение тела на органы. Большинство высших растений имеют побеги (стебли, несущие листья), вследствие чего их нередко называют листостебельными растениями. Все высшие растения за исключением мохообразных имеют корни, обеспечивающие закрепление растений в почве и поглощение из нее воды и минеральных веществ. Высшие растения отличаются от низших и более сложным внутренним строением (состоят из разнообразных тканей).

К высшим растениям относятся мохообразные, папоротникообразные, голосеменные и покрытосеменные, причем растения первых двух типов размножаются спорами, а последних — семенами.

## Мхи

Мхи (или, точнее, мохообразные) — наиболее примитивные из высших растений, имеющие некоторые общие признаки с многоклеточными зелеными водорослями. Мхи — наземные растения, но их развитие (прежде всего процесс оплодотворения) находится в тесной зависимости от водной среды.

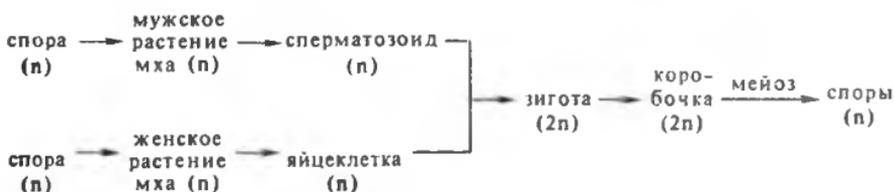
Характерный представитель типа мохообразных — зеленый мох кукушкин лен. У него хорошо развиты стебли и листья, но нет корней, вместо которых имеются более простые образования — ризоиды. У торфяного мха сфагнума нет и ризоидов в связи с особенностями его обитания на переувлажненной почве.

Обратите внимание на то, что мхи размножаются спорами и имеют сложный цикл развития, который начинается со споры. Попав на влажную почву, спора прорастает и образует зеленую ветвящуюся нить, напоминающую нитчатую водоросль. Из этой нити вырастают раздельнополюе листостебельные побеги: на одних в особых органах образуются яйцеклетки, на других — мужские половые клетки (сперматозоиды). Из оплодотворенной яйце-

клетки (зиготы) развивается коробочка на ножке — так называемый спорогон, в котором образуются споры.

Очень важным вопросом, который не освещен в школьном учебнике ботаники, является чередование ядерных фаз в развитии мхов. Спора и развивающееся из нее растение мха, а также половые клетки гаплоидны (содержат половинный набор хромосом). Оплодотворение приводит к образованию диплоидной (с двойным набором хромосом) зиготы, из которой развивается диплоидная коробочка. При образовании спор происходит мейоз, при котором число хромосом уменьшается в два раза.

Цикл развития мха можно представить в виде следующей схемы ( $n$  — гаплоидное число хромосом,  $2n$  — диплоидное):



#### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение и условия обитания кукушкина льна
2. Каковы особенности строения вегетативных органов сфагнового мха?
3. Как размножаются мхи?
4. Опишите цикл развития мха от споры до созревания новых спор.
5. Каково значение мхов в природе? Опишите процесс образования торфа. Как используют торф в народном хозяйстве

### Папоротникообразные

Растения, принадлежащие к типу папоротникообразные (папоротники, хвощи, плауны), имеют более сложное строение, чем мхи. Кроме хорошо развитых побегов у них есть настоящие корни. В стеблях имеется специализированная проводящая ткань, состоящая из сосудов. Папоротникообразные умеренной зоны — многолетние травянистые растения, имеющие мощные подземные побеги — корневища (в тропиках встречаются и древовидные формы). При описании внешнего строения этих растений обратите внимание на различия между папоротниками, хвощами и плаунами. Папоротники имеют крупные листья, развивающиеся из корневищ. Хвощи отличаются слабым развитием листьев, их стебли расчленены на узлы и междоузлия, причем от узлов отходят мутовки зеленых ветвей, осуществляющих процесс фотосинтеза. У плаунов имеются длинные побеги, густо покрытые мелкими вечнозелеными листьями.

Папоротникообразные, как и мхи, относятся к высшим споровым растениям, т. е. размножаются спорами, но отличаются более сложным циклом развития с чередованием двух поколений — бесполого и полового. Бесполое поколение — это многолетнее листостебельное растение, образующее споры в специальных органах — спорангиях, расположенных у папоротника на листьях, а у хвоща и плауна собранных на верхушке побега в колоски. Половое поколение представлено маленьким растеньищем — заростком. Заростки папоротников — сердцевидные пластинки диаметром около 1 см, у плаунов заростки клубневидные, размером до 3 мм, у хвощей — еще мельче. Большинство папоротников и плаунов имеют обоеполые заростки, на которых развиваются как яйцеклетки, так и сперматозоиды, но у некоторых папоротников и плаунов, а также у всех хвощей заростки раздельнополы. Большинство папоротникообразных — сухопутные растения, но оплодотворение у них возможно только в присутствии капельножидкой влаги, благодаря которой сперматозоиды подплывают к яйцеклеткам. Цикл развития папоротника показан на схеме ( $n$  — гаплоид,  $2n$  — диплоид):



Практическое значение ныне живущих папоротникообразных невелико: лишь некоторые виды используются в качестве лекарственных или декоративных растений. В то же время необходимо отметить большое значение древних вымерших папоротникообразных, из остатков которых образовались мощные залежи каменного угля.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику папоротникообразных и укажите место этого типа в системе растений.
2. Опишите строение папоротников, хвощей и плаунов. Чем оно отличается от строения мхов?
3. Как происходит размножение папоротникообразных? Где и как образуются споры у папоротников, хвощей и плаунов?
4. Опишите цикл развития папоротника. Что такое чередование поколений?
5. Что представляет собой заросток (половое поколение) папоротника? Какие условия необходимы для того, чтобы произошло оплодотворение у папоротникообразных?
6. Каково практическое значение папоротникообразных? Дайте описание папоротникообразных, живших в каменноугольный период. Как происходило образование каменного угля?

## Голосеменные

Группа семенных растений представлена двумя типами — голосеменными и покрытосеменными. Главная особенность этих растений — размножение семенами, которые развиваются из семязачек. Семя содержит зародыш и запас питательных веществ, используемых при прорастании. Необходимо подчеркнуть, что для семенных растений характерна полная независимость процесса оплодотворения от наличия влаги, что достигается благодаря образованию пыльцевой трубки, по которой спермий (мужская гамета, лишенная жгутика) передвигается к яйцеклетке.

Тип голосеменные объединяет около 700 видов деревьев и кустарников (травянистых растений в этом типе нет). Главную группу голосеменных (около 550 видов) составляют хвойные растения, имеющие игловидные или чешуйчатые многолетние листья (исключение — лиственница, у которой хвоя живет один год).

Строение и размножение голосеменных целесообразно рассмотреть на примере сосны. Следует обратить внимание на то, что у сосны образуются два типа шишек — мужские и женские. На чешуйках мужских шишек развивается по два пыльцевых мешочка, в которых образуется пыльца. В женских шишках имеются плотные семенные чешуи, на которых открыто (голо) расположены по две семязачки. После опыления, происходящего при помощи ветра, из пыльцевых зерен вырастают пыльцевые трубки, по которым передвигаются спермии (мужские гаметы, не имеющие жгутиков). Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш внутри семязачки, превращающейся в семя, созревание которого завершается к концу второго лета.

Необходимо знать основные виды хвойных, их географическое распространение и практическое значение.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику типа голосеменных растений. Почему голосеменные получили такое название?
2. Где расположены у сосны пыльники и семязачки?
3. Как происходит опыление и оплодотворение у сосны? Чем отличается спермий от сперматозоида?
4. Как образуются семена у голосеменных растений? Когда созревают и высыпаются семена сосны и ели?
5. Каковы преимущества семян по сравнению со спорами?
6. Сопоставьте строение и условия обитания сосны и ели.
7. Перечислите наиболее важных представителей хвойных растений, отметив их географическое распространение и значение в народном хозяйстве.

## Покрытосеменные

Покрытосеменные — самые высокоорганизованные растения, господствующие в настоящее время в растительном покрове земного шара. Подробное описание строения и функций вегетативных и генеративных органов покрытосеменных (цветковых) растений было дано в первой части курса ботаники. В связи с этим ограничимся кратким перечислением основных признаков, отличающих покрытосеменные от остальных групп растительного мира: 1) наличие цветка, 2) расположение семян в завязи пестика, 3) двойное оплодотворение, 4) развитие плода из завязи, а семян — внутри плода.

Тип покрытосеменные делится на классы двудольные и однодольные, различающиеся по ряду признаков (табл. 7).

Таблица 7. Признаки двудольных и однодольных растений

Признаки	Двудольные	Однодольные
Число семядолей зародыша	Две	Одна
Число частей цветка	По пять (или кратное пяти), иногда по четыре	По три (или кратное трем)
Корневая система	Стержневая	Мочковатая
Листья	Простые или сложные	Только простые
Жилкование листьев	Сетчатое	Параллельное

Однако по некоторым признакам встречаются исключения: например, вороний глаз из класса однодольные имеет сетчатое жилкование, а двудольное растение подорожник — дуговое жилкование и мочковатую корневую систему.

В основу деления покрытосеменных на семейства положено строение цветков; учитываются также особенности соцветий и плодов и в меньшей степени — вегетативных органов. При повторении признаков отдельных семейств полезно составлять сравнительные таблицы (табл. 8).

Программой предусмотрено знание важнейших культурных и дикорастущих растений из семейства крестоцветные, розоцветные, бобовые, пасленовые, сложноцветные, злаки, лилейные. При характеристике любого семейства покрытосеменных следует сначала перечислить основные признаки, отличающие это семейство от других, написать формулу цветка, а затем назвать представителей, отметив их практическое значение.

Таблица 8. Основные признаки некоторых семейств класса двудольные

Семейство	Формула цветка	Плод	Соцветие	Примеры
Крестоцветные	$Ч_4Л_4Т_{2+4}П_1$	Стручок	Кисть	Капуста, репа, редис, левкой, сурепка, пастушья сумка, дикая редька
Розоцветные	$Ч_5Л_5Т_{\infty}Т_{\infty}$	Орешки в ложном плоде	Одиночные цветки	Шиповник, земляника
	$Ч_5Л_5Т_{\infty}П_1$	Сборная костянка Костянка	Кисть Простой зонтик Кисть Одиночные цветки Зонтик или щиток	Малина, ежевика Вишня Черемуха Слива, абрикос, персик Яблоня, груша, рябина
Бобовые	$Ч_{(5)}Л_{3+(2)}Т_{(9)+1}П_1$	Ложный яблоковидный Боб	Головка Кисть	Клевер Люпин, донник, люцерна, белая акация
Пасленовые	$Ч_{(5)}Л_{(5)}Т_{(5)}П_1$	Ягода Коробочка	Кисть или завиток Кисть или метелка Одиночные цветки Корзинка	Паслен, помидор, картофель Табак, белена Дурман
Сложноцветные	$Л_{(5)}Т_{(5)}П_1$ Чашечка превратилась в волоски или отсутствует	Семянка	Все цветки трубчатые Все цветки язычковые В центре трубчатые, по краям воронковидные В центре трубчатые, по краям язычковые	Бодяк Одуванчик, цикорий Василек  Подсолнечник, астры, поповник

Примечание. Знаком  $\infty$  обозначено неопределенно большое число частей цветка, скобками — срастание частей друг с другом.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные признаки типа покрытосеменных растений.
2. Где развиваются семяпочки у покрытосеменных растений? Почему покрытосеменные получили такое название?
3. Опишите черты сходства и различия покрытосеменных и голосеменных растений.
4. Какие преимущества имеют покрытосеменные по сравнению с другими типами растений? Почему покрытосеменные заняли господствующее положение на Земле?
5. Дайте сравнительную характеристику классов двудольные и однодольные.
6. Опишите строение цветков, соцветий и плодов растений семейств крестоцветные, розоцветные, бобовые, пасленовые, сложноцветные, злаки и лилейные.
7. Перечислите важнейшие дикорастущие и культивируемые покрытосеменные растения с названием семейств, к которым они относятся.

# ЗООЛОГИЯ

## ЗООЛОГИЯ КАК НАУКА О ЖИВОТНЫХ

При определении зоологии как науки следует указать на то, что задача зоологии состоит во всестороннем изучении животных — их строения, образа жизни, размножения, развития, распространения, практического значения. Нужно знать, какие животные и для каких целей используются в народном хозяйстве, а какие животные являются вредителями сельского и лесного хозяйства, а также возбудителями или переносчиками болезней человека. Знание зоологии помогает лучше использовать полезных животных и вести борьбу с вредными. Следует в то же время подчеркнуть относительность понятий «полезный» и «вредный», поскольку одно и то же животное в одних случаях может быть полезным, а в других — вредным.

Большой интерес представляет вопрос о сходстве и различиях между животными и растениями. Животные и растения произошли от общих предков, в связи с чем в их строении и жизнедеятельности имеется много общих черт. И те, и другие состоят из клеток и имеют сходный химический состав (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и др.). Общими свойствами животных и растений являются обмен веществ, наследственность, изменчивость, раздражимость и многое другое. В то же время имеются существенные отличия животных от растений. Клетки животных лишены твердых оболочек и пластид. Животные питаются только готовыми органическими веществами, т. е. являются гетеротрофами. В отличие от растений, которые растут в течение всей жизни, у животных рост происходит только на определенных стадиях развития. Для большинства животных характерна способность к активному передвижению (неподвижный образ жизни у некоторых животных — это вторичное явление). У многоклеточных животных в ходе эволюции возникли разнообразные органы, которых нет у растений: движения, пищеварения, выделения, дыхания, кровообращения, нервная система и органы чувств и др. У многих животных, особенно у беспозвоночных, некоторые системы органов отсутствуют.

В настоящее время описано около 2 млн. видов животных. Известно также большое число вымерших видов,

изучением которых занимается особый раздел биологии — палеонтология.

Царство животных делится на типы, типы — на классы, классы — на отряды, отряды — на семейства, семейства — на роды, роды — на виды. В современной систематике животных используется до 21 систематической категории (включая подтип, надсемейство, подвид и т. д.). Каждую из групп животных изучает определенный раздел зоологии. Наиболее известны: протистология — наука о простейших, энтомология — наука о насекомых, малакология — наука о моллюсках, ихтиология — наука о рыбах, орнитология — наука о птицах, териология — наука о млекопитающих.

Высшая систематическая категория в зоологии (как и в ботанике) — тип. При выделении какой-либо группы животных в отдельный тип учитывается целый ряд признаков их строения: тип симметрии, число зародышевых листков, наличие и характер полости тела, сегментация тела, взаимное расположение основных систем органов и др. Число видов в разных типах неодинаково.

#### Примерное число видов в главных типах животных

Тип	Количество видов
Простейшие	25 000
Губки	5 000
Кишечнополостные	9 000
Плоские черви	12 000
Круглые черви	11 500
Кольчатые черви	9 000
Членистоногие	1 500 000
Моллюски	130 000
Иглокожие	5 000
Хордовые	43 000

#### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные черты сходства и различия между животными и растениями.
2. На какие типы делят животный мир?
3. Охарактеризуйте значение животных в жизни человека. Какие животные используются в народном хозяйстве?
4. Перечислите животных, являющихся возбудителями или переносчиками болезней.
5. Назовите основные систематические категории от вида до типа (на примере одного из животных).

#### ПРОСТЕЙШИЕ

Из всего царства животных этот тип выделяется своей одноклеточностью. Но хотя этих животных называют простейшими, нельзя утверждать, что они просто организованы.

Наоборот, каждая клетка — это целый организм, которому свойственны все жизненные функции. Роль органов у простейших выполняют органоиды.

Основные компоненты тела простейших — ядро и цитоплазма. Поверхность клетки образована более плотным слоем цитоплазмы, который у большинства простейших обуславливает форму тела. У многих видов имеется наружный скелет из минеральных веществ (лучевики, фораминиферы).

Почти все простейшие способны активно передвигаться. Движение осуществляется при помощи ложноножек (амебы и другие корненожки), жгутиков (трипанозомы) или ресничек (инфузории).

Большинство простейших питается бактериями и гниющими органическими остатками. Пища после заглатывания переваривается в пищеварительных вакуолях. Многие простейшие ведут паразитический образ жизни, питаются соками своих хозяев. Функцию выделения у простейших выполняют сократительные вакуоли, через которые наружу удаляются продукты обмена и излишки воды.

Размножение происходит путем деления клетки на две (бесполое размножение); у многих наблюдается половой процесс. В течение жизненного цикла у большинства простейших чередуются бесполое и половое размножение. Заканчивая общее описание простейших, необходимо отметить характерную для этих животных способность переживать неблагоприятные условия в форме цист. Образование цист заключается в том, что клетки округляются, покрываются плотной оболочкой и впадают в состояние покоя.

Тип простейших включает четыре класса, характерные признаки которых указаны в табл. 9.

Таблица 9. Основные признаки классов простейших

Классы	Размножение	Органоиды движения	Ядро	Представители
Корненожки	Бесполое	Ложноножки	Одно	Амебы, лучевики, фораминиферы
Инфузории	Бесполое, половое	Реснички	Два	Труфелька, трубочка
Жгутиковые	То же	Жгутики	Одно	Трипанозома
Споровики	»	Нет или жгутик	»	Маларийный плазмодий

Представитель класса корненожек — обыкновенная амeba — в отличие от многих других простейших не имеет постоянной формы тела. При движении она как бы переливается в том направлении, где образуется временный вырост, так называемая ложноножка. Эта особенность амобы определяет способ питания: пища захватывается ложноножками, образующимися в любом месте клетки, т. е. постоянного места для введения пищи (ротового отверстия) нет. Размножается амeba только бесполом путем.

У других представителей класса корненожек (раковинные амобы) есть небольшая раковина из песчинок. Близкие к амобам фораминиферы имеют известковый скелет. Залежи скелетов ископаемых фораминифер образуют мел.

Представитель класса инфузорий — туфелька обладает более сложной организацией. Для инфузорий характерна постоянная форма тела с определенными участками для введения пищи и выведения отбросов («рот», «глотка», «порошица»).

Кроме бесполого размножения инфузориям свойствен половой процесс, в котором большую роль играет малое ядро. При половом процессе в теле каждого участника большое ядро разрушается, а малое ядро делится на четыре части (процесс мейоза, при котором число хромосом уменьшается вдвое); вскоре три новых ядра разрушаются, а четвертое вновь делится и образует в каждой инфузории одно женское и одно мужское ядро. Мужское ядро переходит в клетку своего партнера, где сливается с женским ядром. Таким образом, при половом процессе происходит обмен ядерным материалом между отдельными особями, которые получают новые признаки и свойства.

Характеризуя инфузорий, следует обратить внимание на одно из важнейших свойств живого организма — раздражимость. Простейшие не имеют нервной системы, они воспринимают раздражения всей клеткой и способны отвечать на них движением, называемым таксисом, перемещаясь в направлении раздражителя или от него.

Обыкновенная амeba и инфузория туфелька — наиболее типичные представители простейших. Они обитают в водной среде. Нельзя забывать о многочисленной группе простейших, обитающих в почве и играющих большую роль в почвообразовательном процессе. Паразитов, вызывающих опасные заболевания у человека и животных, насчитывается среди простейших более 3000 видов. Наиболее известны из них малярийный плазмодий, вызывающий малярию, дизентерийная амeba, обитающая в толстых кишках человека, трипанозома — возбудитель сонной болезни и др.

В природе простейшие участвуют в круговороте веществ, выполняют санитарную роль; в цепях питания составляют одно из первых звеньев, являясь пищей для многих живот-

ных, в частности рыб, принимают участие в образовании ряда геологических пород (например, мела). По раковинам некоторых простейших определяют возраст отдельных горных пород.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику простейших. Из каких классов состоит этот тип животных?
2. Как и чем питаются простейшие?
3. Опишите форму, строение клетки и процессы жизнедеятельности обыкновенной амебы.
4. Дайте характеристику класса инфузорий на примере туфельки.
5. Как размножаются инфузории? Как происходит у них половой процесс?
6. Каково значение простейших в природе и жизни человека?
7. Приведите примеры паразитических простейших и назовите вызываемые ими болезни.

### ГУБКИ

Тип губок в программе для поступающих в вузы отсутствует. Но необходимо помнить, что губки — первый тип многоклеточных животных. Они построены просто, ведут, как правило, неподвижный образ жизни, обитая в водной среде — во внутренних водоемах или в морях. Важную роль играют губки в природе, фильтруя воду и очищая ее от загрязнения. Некоторое значение они имеют и в жизни человека: греческая (туалетная) губка с давних пор применяется в быту, скелет пресноводной губки бадяги употребляется при лечении ревматических заболеваний, многие губки используются как полировочный и шлифовальный материал.

### КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

Тип кишечнополостные включает многоклеточных двуслойных животных с лучевой симметрией. Наружный слой тела называется эктодермой, внутренний — энтодермой. Стенки тела образуют кишечную (гастральную) полость, в которой происходит пищеварение.

Строение и жизнедеятельность кишечнополостных изучаются на примере пресноводной гидры, которая подробно описана в учебнике. Следует ознакомиться со строением ее тела; отметить, что клетки эктодермы неоднородны по строению и функциям (мускульные, промежуточные, нервные), а клетки энтодермы имеют жгутики, создающие в полости тела ток воды. Обратите внимание на способы добывания гидрой пищи и защиты ее от врагов с помощью стрекательного аппарата, характерного для кишечно-

полостных. Важная особенность гидры — наличие нервных клеток и их соединение между собой посредством отростков (очень примитивная нервная система). Возбуждение может передаваться от одной клетки к другой, благодаря чему гидры (и другие кишечнополостные) способны воспринимать раздражение из внешней среды и отвечать на них.

У гидры существуют два типа размножения: почкованием и половое. Интересно отметить, что если у инфузории туфельки в результате полового процесса происходит только обмен ядерным материалом между двумя особями, то у гидры половой процесс приводит к возникновению нового организма, сочетающего в себе признаки отцовской и материнской особей. Уясните, как и в какое время года протекает половое размножение гидры.

Среди представителей типа кишечнополостных есть сидячие формы — полипы и свободноплавающие — медузы. По внутреннему строению они сходны с гидрой. Обратите внимание на строение, размножение и значение колониальных морских кишечнополостных — коралловых полипов. Необходимо отметить их характерную особенность — наличие известкового или рогового скелета.

К одиночным морским полипам относится актиния, которая при помощи мускулистой ноги может медленно передвигаться по дну. Типичный пример симбиоза — сожительство актинии и рака-отшельника: рак-отшельник менее заметен на дне, если на его раковине находится актиния, актиния же получает возможность передвигаться на довольно большие расстояния, что увеличивает для нее возможность добывать пищу.

Отметьте способ питания и передвижения медуз. В заключение следует рассказать о значении кишечнополостных.

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите внешний вид и строение экто- и энтодермы пресноводной гидры.

2. Какие особенности строения и питания гидры сближают ее с простейшими?

3. Как происходят процессы дыхания и выделения у гидры?

4. Опишите строение стрекательных клеток гидр. Какие функции они выполняют?

5. Каково строение нервной системы гидр? Как реагируют гидры на раздражение?

6. Опишите явление регенерации у гидры. Какое значение имеет его изучение?

7. Как происходит почкование кишечнополостных? Отметьте сходство и различие этого процесса у гидр и колониальных полипов.

8. Опишите половое размножение гидры. Почему в разное время года она размножается разными способами?

9. Какие кишечнополостные могут быть опасны для человека? Почему?
10. В чем различие между актиниями и медузами?
11. Расскажите о рифообразующей деятельности коралловых полипов.
12. Каково практическое значение кишечнополостных?

## ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

Раньше систематики объединяли всех червей в один тип на основе одного общего для них признака — наличия кожно-мышечного мешка. В настоящее время черви подразделяются на три типа: плоские, круглые и кольчатые, так как они резко различаются по образу жизни и строению. Некоторые основные признаки всех типов червей указаны в табл. 10.

Отличительный признак плоских червей — сплющенное в спинно-брюшном направлении тело. Полость тела заполнена паренхимой — рыхлой клеточной массой, в которой помещаются внутренние органы. Нервная система представлена одним узлом и боковыми продольными тяжами. Кишечник (если он есть) без анального отверстия.

Среди плоских червей имеются свободноживущие виды, относящиеся главным образом к классу ресничных червей (белая планария). Они населяют пресные и морские воды. Очень многие виды ведут паразитический образ жизни, поселяясь в организме человека и животных.

Строение и жизнедеятельность паразитических червей изучается на примере бычьего цепня — представителя класса ленточных червей. Характеризуя это животное, главное внимание следует обратить на его приспособления к паразитическому образу жизни: наличие органов прикрепления (присоски), полное отсутствие органов пищеварения, огромную плодовитость. Бычий цепень относится к гермафродитным животным, т. е. каждая особь имеет и женские и мужские половые органы. Оплодотворение, как правило, перекрестное. Необходимо иметь четкое представление о цикле развития и смене хозяев у паразитических червей. Для бычьего цепня основной хозяин — человек (в его кишечнике живут взрослые черви), а промежуточный — крупный рогатый скот и некоторые другие копытные, в теле которых проходят первые стадии развития паразита.

### Цикл развития бычьего цепня



Таблица 10. Сравнительная характеристика типов червей

Тип	Пищеварительная система	Нервная система	Кровеносная система	Половая система	Полость тела
Плоские черви	Ветвистая, без задней кишки и анального отверстия или отсутствует	Мозговой узел и продольные стволы	Отсутствует	Гермафродитная	Заполнена паренхимой
Круглые черви	Сквозная, в виде трубки	Окологлоточное кольцо и несколько продольных стволов	»	Раздельнополая	Первичная
Кольчатые черви	Сквозная, с передней, средней и задней кишкой	Брюшная нервная цепочка и система окологлоточных узлов	Замкнутая	Гермафродитная или раздельнополая	Вторичная

Некоторые виды паразитов имеют двух промежуточных хозяев. В табл. 11 указаны основные и промежуточные хозяева некоторых видов паразитических плоских червей.

Таблица 11. Паразитические плоские черви

Виды	Промежуточный хозяин	Основной хозяин	Длина тела взрослого червя
Печеночный сосальщик	Малый прудовик	Крупный рогатый скот, человек	3—4 см
Свиной солитер	Свинья, реже собака, кошка, кролик	Человек	2—3 м
Бычий цепень	Крупный рогатый скот, антилопы, козы, овцы и др.	»	4—10 м
Широкий лентец	Первый — рачок циклоп, второй — рыба	Человек, собака, кошка	10 м, реже 15—20 м
Эхинококк	Коровы, овцы, свиньи, человек	Собаки, волки	3—5 мм (личиночная пузырчатая стадия — несколько см)

В заключение необходимо отметить вред, причиняемый паразитическими червями, и перечислить меры предохранения от заражения и борьбы с ними.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные признаки типа плоских червей.
2. Что такое двусторонняя симметрия? Чем отличается она от радиальной симметрии?
3. Опишите строение бычьего цепня.
4. Каких животных называют гермафродитами?
5. Как происходит размножение бычьего цепня?
6. Как развивается бычий цепень? Что такое смена хозяев?
7. Какие особенности бычьего цепня связаны с паразитическим образом жизни?
8. Перечислите плоских червей — паразитов человека.
9. Каковы меры предохранения от заражения паразитическими червями?

#### КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

Круглые черви по сравнению с плоскими червями характеризуются более высокой организацией. Для представителей этого типа характерна веретеновидная форма тела,

округлая в поперечном сечении. Внутренние органы помещаются в пространстве, образованном стенками тела и заполненным жидкостью. Это пространство называется первичной полостью тела. Сверху круглые черви покрыты плотной кутикулой, под которой помещается слой продольных мышц. Пищеварительная система имеет вид трубки и заканчивается анальным отверстием. Представители этого типа раздельнополы (в отличие от плоских червей); кровеносная система у них отсутствует, нервная система и органы чувств слабо развиты.

Среди круглых червей очень много паразитов человека, животных и растений. Один из наиболее типичных видов — человеческая аскарида. При изучении аскариды следует отметить, что развитие этого паразита проходит без смены хозяина.

### Цикл развития человеческой аскариды

Стадия развития	Пути передвижения и место развития
Яйцо	Внешняя среда (почва)
Молодая личинка	Через стенки кишечника — с током крови в легкие
Взрослая личинка	С мокротой при откашливании — через глотку в желудок
Взрослый червь	Кишечник

Обратите внимание на общие черты плоских и круглых червей, связанные с паразитическим образом жизни: отсутствие органов передвижения, слабое развитие нервной системы и органов чувств (вызванное постоянной средой обитания), огромная плодовитость, при которой увеличивается возможность заражения.

Необходимо знать, какой вред причиняет аскарида человеческому организму и каковы меры предохранения от заражения этим паразитом.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные признаки круглых червей.
2. Опишите внешнее строение человеческой аскариды. Чем аскарида отличается от плоских червей?
3. Каково внутреннее строение аскариды? Как она питается?
4. Опишите цикл развития аскариды. Чем он отличается от развития бычьего цепня?
5. Как происходит заражение человека аскаридами? Какой вред они причиняют? Какими мерами можно предупредить заражение этим паразитом?

## КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Тип кольчатые черви объединяет около 9000 видов, обладающих самой совершенной организацией среди прочих червей.

Характеризуя представителя этого типа — дождевого червя, обратите внимание на признаки, свойственные всем кольчатым червям. К таким признакам относятся: расчленение тела на одинаковые, следующие друг за другом членики (сегменты), органы передвижения, развитие вторичной полости тела, образованной мезодермой. Следует отметить более совершенную нервную систему, которая состоит из головных нервных узлов и брюшной цепочки. К признакам прогрессивной организации относится появление кровеносной, выделительной и дыхательной (у нереид) систем.

При изучении дождевого червя нужно усвоить его внутреннее строение, образ жизни, способ питания, обратить внимание на способность к регенерации. Следует отметить большую роль дождевых червей в почвообразовательном процессе.

Тип кольчатых червей делится на три класса: малощетинковые кольчатые черви (к которому относится дождевой червь), многощетинковые (нереиды) и пиявки. Нужно знать, чем отличаются животные первых двух классов друг от друга (табл. 12), назвать некоторых представителей класса многощетинковые, объяснить их практическое значение.

*Таблица 12. Сравнительная характеристика двух классов кольчатых червей*

Признак	Малощетинковые	Многощетинковые
Голова	Мало отличается от остальных члеников	Ясно выражена, с многочисленными придатками и двумя парами глаз
Органы движения	Немногочисленные щетинки на каждом сегменте	На каждом сегменте — пара лопастей с пучками щетинок
Органы дыхания	Нет	Нет или жабры
Места обитания	Почва и пресные воды	Морские воды

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите внешний вид дождевого червя.
2. Расскажите о строении кожно-мускульного мешка. Какими тканями он образован?

3. Что такое вторичная полость тела? Чем она отличается от первичной?
4. Как устроена пищеварительная система дождевого червя? Чем он питается?
5. Расскажите о кровообращении и дыхании дождевого червя.
6. Опишите строение нервной системы дождевого червя.
7. Какие внутренние органы имеются в каждом членике дождевого червя?
8. Как происходит размножение дождевого червя?
9. Какова роль дождевых червей в почвообразовании?
10. Чем отличаются многощетинковые черви от малощетинковых?
11. Чем полезны морские кольчатые черви?

## МОЛЛЮСКИ

Тип моллюски объединяет около 130 000 видов водных и наземных животных. Главные признаки моллюсков — наличие у большинства известковой раковины, а также мантии — кожной складки, прикрывающей внутренние органы. Полость тела моллюсков заполнена паренхимой.

Моллюски подразделяются на классы брюхоногие, двустворчатые и головоногие. Обратите внимание на разную форму раковины у первых двух классов и почти полное отсутствие ее у головоногих.

Строение двустворчатых моллюсков рассматривается на примере беззубки, брюхоногих — на примере прудовика, которые достаточно подробно описаны в учебнике. Обратите внимание на общие для представителей этих классов признаки: мягкое нерасчлененное тело с мантией, наличие органа движения — мускулистой ноги, незамкнутая кровеносная система с двухкамерным сердцем, орган выделения — почка, нервная система разбросанно-узлового типа. В то же время необходимо отметить ряд существенных различий между классами двустворчатых и брюхоногих моллюсков. Особенности строения и образа жизни беззубки и прудовика показаны в табл. 13.

*Таблица 13. Некоторые признаки двух классов моллюсков*

Признаки	Брюхоногие	Двустворчатые
Тип симметрии	Спиральный	Двусторонний
Голова	С двумя щупальцами и глазами	Нет
Органы дыхания	Легкое	Жабры
Половая система	Гермафродитная	Раздельнополая
Питание	Активное	Пассивное
Образ жизни	Наземный или водный	Водный

В заключение следует остановиться на практическом значении моллюсков, назвать промысловые виды, перечислить вредных их представителей.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные признаки типа моллюски. Из каких классов состоит этот тип?
2. Назовите представителей брюхоногих и двустворчатых моллюсков. Чем отличаются эти животные?
3. Опишите внутреннее строение беззубки и большого прудовика. В каких системах органов наблюдается наибольшее сходство?
4. Каким образом питаются двустворчатые, брюхоногие и голоногие моллюски?
5. Каково практическое значение моллюсков?

### ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

В мире животных тип членистоногие — самый многочисленный (более 1,5 млн. видов), поэтому необходимо обратить особое внимание на систематику этого типа. Основные систематические группы членистоногих можно представить в виде следующей упрощенной схемы:

#### Классы

Ракообразные

Паукообразные

Насекомые

#### Отряды

Ветвистоусые  
Веслоногие  
Десятиногие

Пауки  
Клещи  
Скорпионы

Прямокрылые  
Стрекозы  
Полужесткокрылые  
Чешуекрылые  
Жесткокрылые  
Перепончатокрылые  
Двукрылые  
Равнокрылые  
Блохи и др.

Общие признаки типа членистоногие: двусторонне-симметричное тело, расчлененное на отделы, хитиновый покров, членистые конечности, сложная голова с ротовыми органами, поперечнополосатая мускулатура, хорошо развитая нервная система и органы чувств, незамкнутая кровеносная система. Для большинства членистоногих характерна линька — периодическая смена хитинового покрова при росте животного. В связи с тем, что предками членистоногих были, по-видимому, кольчатые черви, следует сопоставить строение представителей этих двух типов, отметив черты сходства между ними. Переходя к характеристике отдельных классов членистоногих, полезно рассмотреть табл. 14.

**Таблица 14. Сравнительно-морфологическая характеристика классов членистоногих**

Признаки	Ракообразные	Паукообразные	Насекомые
Расчленение тела	Головогрудь, брюшко (реже не расчленено)	Головогрудь, брюшко (реже не расчленено)	Голова, грудь, брюшко
Количество конечностей	Разное	Четыре пары	Три пары
Количество усиков	Две пары	Нет	Одна пара
Крылья	Нет	»	Две пары, реже одна пара или нет
Органы дыхания	Жабры	Легкие и трахеи	Трахеи

### Ракообразные

Класс ракообразные объединяет главным образом водных животных. Отряды ветвистоусые (к которым относится дафния) и веслоногие (циклоп) называют низшими раками. Нужно помнить о значении низших раков для питания рыб. Следует отметить также, что некоторые виды — промежуточные хозяева для ряда паразитических червей (например, в циклопе могут развиваться личинки широкого лентеца и опасного паразита из круглых червей — ришты).

Строение и образ жизни высших раков (отряд десятиногие), к которым относится речной рак, подробно описаны в учебнике. К этому же отряду относятся крабы, лангусты, омары, имеющие большое промысловое значение. Следует отметить, что высшие раки отличаются от низших более постоянным числом сегментов и придатков головы, груди и брюшка. Поэтому при изучении речного рака нужно знать число усиков, ходильных ног, сегментов брюшка и брюшных конечностей.

### Паукообразные

Представители этого класса в отличие от ракообразных живут преимущественно на суше. Класс включает отряды клещей, пауков, скорпионов. На представителях этих отрядов интересно проследить процесс слияния отделов тела. У скорпионов тело состоит из головогруды, переднебрюшья и заднебрюшья. У пауков тело разделяется на головогрудь и брюшко. У клещей все отделы слиты в один щит.

Общие признаки класса паукообразные: отсутствие усиков, четыре пары ходильных ног, трахейное или легочное дыха-

ние и постоянные околоротовые придатки — верхние челюсти и ногощупальца. Следует охарактеризовать строение и функции паутинных желез (бородавок), отметить наличие ядовитых желез у отдельных видов (каракурт и др.).

Особое внимание следует обратить на вопрос о значении клещей. Клещи могут приносить вред сельскохозяйственным растениям, портить запасы зерна и муки в складах, вызывать болезни животных, растений и человека. Они служат переносчиками ряда опасных заболеваний человека (клещевой энцефалит, возвратный тиф и др.). Важно знать роль клещей в переносе этих болезней и меры борьбы с ними (работы Е. Н. Павловского).

## Насекомые

Класс насекомые объединяет наиболее совершенных членистоногих. Они приспособились к самым различным местам обитания, разнообразной пище и расселились по всем районам земного шара. Признаки, характерные для всего класса в целом, следующие: расчленение тела на три отдела (голова, грудь и брюшко) и три пары конечностей на груди (сравните с наукообразными). На голове обычно имеется одна пара усиков, сложные глаза и ротовой аппарат различного типа — колющий, грызущий, сосущий и т. д. (табл. 15). Важная особенность насекомых — способность к полету с помощью крыльев, помещающихся на груди, и отсутствие конечностей на брюшке. Дышат насекомые при помощи трахей, которые открываются на груди и брюшке. Кровеносная система незамкнутая и не связана с органами дыхания.

Рассматривая вопрос о развитии насекомых, следует помнить, что у одних насекомых развитие проходит с полным превращением, причем личинки не похожи на взрослых насекомых (бабочки, жуки, мухи и др.), у других насекомых — развитие с неполным превращением: стадия куколки отсутствует, а личинка похожа на взрослое животное (саранча, клопы, тли).

Класс насекомые — самый многочисленный, в нем насчитывается более 30 отрядов. Некоторые из них приведены в табл. 15. Необходимо знать краткую характеристику этих отрядов и их наиболее важных в практическом отношении представителей.

В заключение следует отметить большую роль, которую насекомые играют в природе, и назвать наиболее опасных вредителей полей, лесов, садов, огородов, складских запасов, переносчиков заболеваний человека и животных. Следует указать меры борьбы с вредными и опасными насекомыми: механические, агротехнические, химические и биологические. Нельзя забывать и о положительной

Таблица 15. Некоторые признаки важнейших отрядов насекомых

Отряды	Тип развития	Количество пар крыльев	Тип ротового аппарата	Тип передних крыльев	Некоторые представители
Прямокрылые	С неполным превращением	Две	Грызущий	Надкрылья	Саранча, кузнечики, сверчки
Стрекозы	То же	»	»	Сетчатые	Коромысло, лютка, красотка
Полужесткокрылые	»	»	Колюще-сосущий	Полунадкрылья	Постельный клоп, солдатик, вредная черепашка
Чешуекрылые (бабочки)	С полным превращением	»	Сосущий	Сетчатые с чешуйками	Белянки, листовертки, моли, бражники
Жесткокрылые (жуки)	То же	»	Грызущий	Надкрылья	Жужелицы, дровосеки, хрущи
Перепончатокрылые	»	»	Лакающий Грызущий	Сетчатые	Пчелы, шмели Осы, муравьи
Двукрылые	»	Одна	Колющий Лижущий	»	Комары Мухи

роли насекомых: опылителей, санитаров, полезных паразитов (наездников). Нужно назвать также виды насекомых, имеющих хозяйственную ценность для человека (пчелы, шелкопряды).

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику типа членистоногие.
2. На какие классы делится тип членистоногие? Назовите представителей каждого класса.
3. В чем заключается сходство членистоногих и кольчатых червей? В чем различие?
4. Опишите внешнее и внутреннее строение речного рака.
5. Приведите примеры низших ракообразных. Какое строение они имеют?
6. Какова роль ракообразных в природе? Какое значение они имеют для человека?
7. Дайте характеристику класса паукообразные на примере паука-крестовика.
8. Какие паукообразные опасны для человека?
9. Каких вы знаете клещей? Какой вред они приносят?
10. Сравните классы паукообразные и ракообразные. В чем их сходство и различие?
11. Дайте общую характеристику класса насекомые. Опишите внешнее строение насекомых.
12. Опишите внутреннее строение насекомых — пищеварительную, кровеносную, дыхательную, выделительную и нервную системы.
13. Какие типы развития наблюдаются у насекомых? Перечислите стадии развития бабочки.
14. Дайте характеристику важнейших отрядов насекомых, назовите их представителей.
15. Назовите насекомых-вредителей сельского и лесного хозяйства. Перечислите меры борьбы с ними.
16. Каких полезных насекомых вы знаете? Какие насекомые истребляют вредных насекомых?
17. Опишите строение и образ жизни пчел. Какую пользу они приносят?

### ХОРДОВЫЕ

Хордовые — высший тип животного царства, объединяющий более 40 000 видов очень разнообразных по размерам, внешнему виду и среде обитания. Однако всем представителям хордовых свойствен ряд общих черт строения.

Основной признак, отличающий животных этого типа, — спинная струна, или хорда. У ряда животных она сохраняется в течение всей жизни (ланцетники, осетровые, двоякодышящие и кистеперые рыбы), у других хорда имеется только у личинок или зародышей, а затем заменяется костным образованием — позвоночником.

Второй характерный признак хордовых — кишечная трубка, несущая в глоточной области ряд сквозных отверстий —

жаберных щелей, которые, так же как хорда, сохраняются не у всех взрослых животных. Рыбам жаберные щели свойственны в течение всей жизни и дополняются специальными органами водного дыхания — жабрами; у других присутствуют только в личиночном состоянии (голобастики земноводных); у наземных животных они существуют только на первых стадиях развития.

Третий признак хордовых — наличие нервной системы, имеющей форму трубки с центральной полостью — так называемой нервной щелью. Нервная трубка расположена на спинной стороне и имеет эктодермальное происхождение. Помните, что у всех беспозвоночных нервная система располагается на брюшной стороне тела и представляет собой цепочку нервных узлов, соединенных нервными тяжами.

Помимо этих основных признаков хордовых для них весьма характерно взаимное расположение нервной, опорной и пищеварительной систем. В других типах животного царства такой строгой закономерности нет (вспомните расположение соответствующих систем круглых и кольчатых червей, членистоногих, моллюсков).

Тип хордовые объединяет две группы животных, относящихся к разным подтипам. Первый из них носит название бесчерепные, второй — позвоночные. Нервная система бесчерепных хотя и имеет типичное для хордовых строение в виде трубки, однако передняя ее часть не расширена и не защищена каким-либо хрящевым или костным образованием, т. е. головного мозга и черепа нет. Подтип бесчерепные включает один класс просто устроенных животных — ланцетники. Это немногочисленные (всего около двух десятков видов) морские животные. Характеризуя ланцетника, обратите внимание на черты, роднящие его с низшими беспозвоночными животными: отсутствие головного мозга, настоящих органов чувств и сердца, отсутствие парных конечностей, примитивное строение органов выделения. С другой стороны, следует подчеркнуть признаки прогрессивной организации: наличие настоящей хорды и типичной для хордовых трубчатой нервной системы, а также замкнутой кровеносной системы. Перечисленные признаки позволяют предположить, что ланцетник и позвоночные имели общего предка, который, вероятно, был сходен с бесчерепными животными.

подавляющее большинство хордовых относится к подтипу позвоночные, или черепные. Передняя часть нервной трубки у них расширена, образуя головной мозг, который защищен хрящевым или костным черепом. Часть нервной трубки, помещающаяся в туловище и называемая спинным мозгом, заключена вместе с хордой в хрящевой или костный позвонок, состоящий из отдельных позвонков. Следует отметить появление органа кровообращения — сердца, кото-

Таблица 16. Сравнительная характеристика классов позвоночных

Классы	Кожный покров	Дыхание	Сердце	Оплодотворение	Яйцеклетки
Рыбы	Кожа с большим числом одноклеточных желез, покрыта костными чешуями	Жаберное	Двухкамерное, содержит венозную кровь	Наружное	Мелкие, лишены плотных оболочек
Амфибии	Кожа влажная с большим числом многоклеточных слизистых желез	Легочное и кожное	Трехкамерное, содержит смешанную кровь	Наружное	Мелкие, окружены слизистой оболочкой
Рептилии	Кожа сухая, тонкая, без желез, покрыта роговыми чешуями	Легочное	То же	Внутреннее	Крупные, покрыты кожистой оболочкой
Птицы	Кожа сухая, тонкая, защищена перьями	»	Четырехкамерное. Правая половина содержит венозную кровь, левая — артериальную	Внутреннее	Очень крупные, с большим количеством желтка, покрыты известковой скорлупой
Млекопитающие	Кожа толстая, с большим числом разнообразных желез, защищена волосами	Легочное, в акте дыхания принимает участие диафрагма	То же	Внутреннее	Очень мелкие, бедные желтком

рое лежит на брюшной стороне тела, а также сложно устроенных почек. Наконец, для позвоночных характерны хорошо развитые парные конечности (кроме круглоротых) и совершенные органы чувств (зрения, слуха, обоняния и др.). Все это обеспечивает позвоночным высокую подвижность, способность ориентироваться в пространстве, легко находить добычу.

Подтип позвоночные делится на шесть классов: круглоротые, рыбы, амфибии (земноводные), рептилии (пресмыкающиеся), птицы и млекопитающие. От поступающего требуется знание последних пяти классов. Их краткая характеристика приводится в табл. 16.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные черты типа хордовых.
2. К какому подтипу и классу принадлежит ланцетник?
3. Каким способом питается ланцетник?
4. Как и чем ланцетник дышит? Каким образом ланцетник передвигается?
5. Чем отличается кровеносная система ланцетника от кровеносной системы позвоночных животных? Беспозвоночных?
6. Назовите основные признаки позвоночных.
7. Какие классы входят в состав подтипа позвоночных?
8. Какие признаки указывают на родство беспозвоночных и позвоночных животных?

### РЫБЫ

Представители класса рыб обладают рядом прогрессивных признаков по сравнению с беспозвоночными и бесчерепными. Высокоразвитые органы чувств, кровообращения и выделения, совершенные органы передвижения резко отличают их от бесчерепных. Следует обратить особое внимание на то, что водный образ жизни накладывает отпечаток на строение всех систем органов этих животных. Органы передвижения — плавники, скелет, мускулатура подчинены одной задаче — как можно эффективнее, с наименьшими затратами энергии использовать воду как среду обитания. Обтекаемая форма тела, большое количество слизистых желез в коже позволяют преодолевать сопротивление воды при движении. Хвостовой плавник служит органом поступательного движения, парные плавники участвуют в погружениях и поворотах и, кроме того, уравнивают тело как при движении, так и при остановке.

Описывая мускулатуру и скелет рыб, следует обратить особое внимание на части, способствующие передвижению, являющиеся опорой тела или защитными образованиями.

При характеристике пищеварительной системы важно отметить, какие черты строения помогают рыбам захватывать и удерживать добычу, какие части скелета принимают участие в этом процессе, в каких отделах кишечного тракта происходит пищеварение. Следует описать принцип действия плавательного пузыря как гидростатического органа, который у многих костистых рыб связан с кишечником.

Разбирая строение дыхательной системы, обратите внимание на работу жаберного аппарата и покажите взаимосвязь дыхательной и кровеносной систем. Тут же нужно отметить, что плавательный пузырь двоякодышащих рыб служит органом воздушного дыхания.

Кровеносная система рыб отличается от кровеносной системы более высокоорганизованных животных рядом примитивных черт. У рыб только один круг кровообращения, сердце состоит из одного желудочка и одного предсердия (двухкамерное) и содержит только венозную кровь. Сравните кровеносную систему рыб и ланцетника, отметив черты сходства и различия.

При изучении нервной системы рыб обратите внимание на наличие двух отделов в центральной нервной системе: головного и спинного мозга. Ни у беспозвоночных, ни у ланцетника такого разделения нет. У рыб хорошо развиты органы чувств. Глаза приспособлены к зрению в воде, т. е. в очень плотной среде, орган слуха воспринимает звук через воду и кости черепа. Особое внимание следует обратить на орган чувств, свойственный только первичноводным животным, — орган боковой линии, обеспечивающий ориентацию в воде и воспринимающий направление и силу тока воды.

В разделе о размножении рыб следует остановиться на строении половых органов самцов и самок. Важно отметить приспособительное значение огромного количества икры, которую откладывают рыбы. Очень немногие рыбы охраняют кладку яиц, отгоняя от нее врагов, орошая свежей водой и т. д. У таких рыб (например, колюшка, пинагор) число яиц обычно невелико; забота родителей помогает почти всем яйцам нормально развиваться, и большая часть личинок, а затем мальков может выжить и в дальнейшем тоже дать потомство. Однако подавляющее большинство рыб практически не проявляет такой заботы, оставляя свою кладку без всякой защиты от огромного количества врагов, питающихся икрой, от стихийных бедствий и т. д. Следовательно, очень большое количество икринок, откладываемых взрослой рыбой, дает возможность хотя бы какой-то части из них развиваться до личинки, а из нее — во взрослую рыбу.

По своему строению и образу жизни класс рыб делится на ряд групп, особенности которых приведены в табл. 17.

Таблица 17. Характеристика основных групп рыб

Группа рыб	Черты внешнего строения	Черты внутреннего строения	Число видов	Представители
Хрящевые	Тело покрыто чешуей, близкой по строению к зубам. Жаберных щелей 5—7 пар. Хвостовой плавник неравнолопастной	Скелет хрящевой. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Плавательного пузыря нет	450	Акулы, скаты
Костно-хрящевые	Вдоль тела — пять рядов крупных костных «жучек». Жаберных щелей одна пара. Хвостовой плавник неравнолопастной	В хрящевом скелете появляются кости. Хорда сохраняется на всю жизнь. Есть плавательный пузырь	25	Осетр, белуга, стерлядь
Кистеперые	Тело покрыто крупной чешуей из особого вещества, свойственного только латимерии. Основание плавников представляет собой мясистую лопасть, к которой прилегают лучи плавника	Осевой скелет представлен хордой. Скелет парных плавников очень схож с пятипалой конечностью наземных позвоночных. Плавательный пузырь очень мал	1	Латимерия
Двоякодъшащие	Тело покрыто крупной костной чешуей. Хвостовой плавник однолопастной	Хорда сохраняется в течение всей жизни. Плавательный пузырь выполняет роль легкого	5	Неоцератод, протоптерус, лепидосирен
Костистые	Тело покрыто мелкой костной чешуей. Хвостовой плавник равнолопастной	Скелет костный. Хорда сохраняется только между позвонками. Есть плавательный пузырь	19500	Карась, налим, окунь, щука и др.

Необходимо иметь в виду, что названные в таблице группы рыб занимают разное систематическое положение. Хрящевые рыбы настолько резко отличаются от всех остальных, что некоторые зоологи выделяют их в отдельный класс. Они делятся на несколько отрядов, из которых главные — акулы и скаты. Костно-хрящевые, двоякодъшащие и кистеперые включают по одному отряду ныне живущих рыб.

Группа костистых рыб содержит множество отрядов. Помимо названных в учебнике отрядов сельдеобразные, карпообразные и камбалообразные большое практическое значение имеют рыбы отрядов угреобразные, окунеобразные, трескообразные и др.

Последние вопросы программы (народнохозяйственное значение рыб и рыбоводство) изложены достаточно подробно в учебнике и не требуют дополнительных пояснений.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные признаки класса рыб.
2. На какие отделы делится скелет рыб? Как устроены плавники рыб?
3. Какие признаки строения рыб указывают на их водный образ жизни? Для чего служит плавательный пузырь?
4. Опишите строение сердца рыб. Какую кровь оно содержит?
5. Какие из органов чувств рыб помогают определить направление и силу тока воды?
6. За счет чего рыбы легко преодолевают сопротивление воды при движении?
7. Чем отличается нервная система рыб от нервной системы ланцетника? Какие органы чувств помогают рыбам находить добычу?
8. Как происходит процесс размножения рыб? Опишите строение органов размножения.
9. Какие рыбы называются проходными?
10. Какое значение имеют рыбы для человека? Назовите промысловых рыб.
11. Какие мероприятия проводятся для охраны и увеличения рыбных богатств? Что такое рыбоводство?

### Земноводные

Земноводные, или амфибии, — первый класс наземных позвоночных животных, сохранивших еще очень тесную связь с водной средой. Эта связь выражается главным образом в том, что размножение и развитие животного проходят в воде. Личинки амфибий ведут строго водный образ жизни. Однако в процессе индивидуального развития меняется среда обитания, которая определяет разницу во внешнем и внутреннем строении личинки и взрослой особи. Обратите внимание на то, что личинки имеют рыбообразную форму тела и дышат жабрами; взрослые животные приспособлены к жизни на суше и дышат легкими. О приспособленности к сухопутному образу жизни свидетельствуют парные пятипалые конечности, характерные для наземных позвоночных. Однако у взрослых амфибий сохраняется ряд черт, унаследованных ими от своих рыбообразных предков. Следует отметить большое количество

слизистых желез в коже, которые помогают сохранять ее влажной. Кожа амфибий — важный орган дыхания, но в сухом состоянии она не может выполнять дыхательную функцию, поскольку диффузия кислорода может происходить только через водную пленку. Этим объясняется богатство фауны амфибий в теплых и влажных районах земного шара. О происхождении земноводных от рыб свидетельствует и способ размножения. Амфибии откладывают яйца, бедные питательными веществами и не защищенные от воздействия внешней среды, вследствие чего икринки могут развиваться только в воде. Так же как и рыбам, амфибиям свойственно наружное оплодотворение яиц. Еще большее сходство с рыбами обнаруживается у личинок амфибий — головастиков. Органами дыхания у них служат жабры, вначале наружные, затем внутренние; сердце двухкамерное, имеется только один круг кровообращения. На теле сохраняется орган боковой линии, орган передвижения — хвост, окруженный плавательной перепонкой.

Строение взрослых амфибий рассматривается на примере лягушки в следующем порядке: внешнее строение, покровы, скелет и мускулатура, пищеварительная, дыхательная, кровеносная, выделительная, нервная системы. При характеристике скелета земноводных следует особо остановиться на строении конечностей, показав их отличие от плавников рыб; отметить различную роль передних и задних конечностей при передвижении. Рассматривая пищеварительную систему амфибий, обратите внимание на те черты строения, которые способствуют схватыванию и удержанию добычи, — подвижный язык и зубы в верхней челюсти. Органы дыхания амфибий — легкие — отличаются примитивным строением и не могут обеспечить достаточный газообмен. В связи с этим важное значение приобретает кожное дыхание. Необходимо отметить различие в строении органов дыхания личинок и взрослых особей. В кровеносной системе лягушки произошли изменения, связанные с переходом к легочному дыханию. Прежде всего в сердце появляется второе предсердие (сердце лягушки трехкамерное). Существование легких обуславливает появление малого круга кровообращения, который помимо легочных сосудов включает еще и кожные артерии и вены. Рассмотрите нижеследующие схемы и отметьте черты различия и сходства кровеносной системы амфибий и рыб.

#### Схема кровообращения рыб



## Схема кровообращения амфибий



Изучая размножение амфибий, обратите внимание на сходство этого процесса с размножением рыб. Уясните, как происходит превращение головастика в лягушку. Отметьте особенности строения личинок и взрослых амфибий (табл. 18).

**Таблица 18. Сравнительная характеристика взрослых бесхвостых амфибий и их личинок**

Признаки	Личинка (головастик)	Взрослое животное
Форма тела	Рыбообразная, конечностей нет. Хвост с плавательной перепонкой	Тело укороченное, хвоста нет. Хорошо развиты две пары конечностей
Кровеносная система	Один круг кровообращения, сердце двухкамерное	Два круга кровообращения, сердце трехкамерное
Дыхание	Жаберное (жабры вначале наружные, затем внутренние)	Легочное и кожное
Способ передвижения	Плавание при помощи хвоста	Прыжки, плавание при помощи задних конечностей
Пища	Водоросли, простейшие и другие мелкие организмы	Насекомые, моллюски, черви, мальки рыб
Образ жизни	Водный	Наземный, полуводный

В заключение следует назвать основные отряды амфибий (бесхвостые и хвостатые), перечислить их представителей, отметить их значение для человека.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие черты наземных позвоночных свойственны лягушке?
2. В чем заключается сходство земноводных и рыб?
3. Опишите скелет лягушки. Чем отличаются конечности амфибий от парных плавников рыб?
4. Каковы особенности дыхательной системы лягушки?

5. Расскажите о строении сердца и кровеносной системы амфибий.

6. Чем питаются земноводные? Какие пищеварительные железы есть у лягушки?

7. Какие особенности в строении органов зрения и слуха амфибий вызваны переходом на сушу?

8. Как происходит размножение и развитие лягушки?

9. Какие животные кроме лягушек относятся к классу земноводные?

10. Какую пользу приносят земноводные?

## РЕПТИЛИИ

Рептилии, или пресмыкающиеся, — первый класс настоящих наземных позвоночных. Важнейшие особенности строения и биология рептилий помогли их предкам покинуть воду и широко расселиться по земле. К таким особенностям прежде всего относятся внутреннее оплодотворение и откладка яиц, богатых питательными веществами и покрытых плотной защитной оболочкой, что способствует развитию их на суше. Тело рептилий имеет защитные образования в виде чешуй, одевающих их сплошным покровом. Кожа всегда сухая, испарение через нее невозможно, поэтому они могут жить и в сухих местах. Дышат рептилии исключительно при помощи легких, которые по сравнению с легкими амфибий имеют более сложное строение. Необходимо отметить, что интенсивное легочное дыхание стало возможным благодаря появлению у рептилий нового отдела скелета, характерного для наземных позвоночных, — грудной клетки и образованию складок на внутренних стенках легких, увеличивающих газообмен. Грудная клетка образована рядом ребер, соединенных со спинной стороны с позвоночником, а с брюшной — с грудиной. Ребра благодаря особой мускулатуре подвижны и способствуют расширению грудной клетки и легких во время вдоха и спаданию их в момент выдоха.

С изменениями строения дыхательной системы тесно связаны изменения в кровообращении. У большинства рептилий сердце трехкамерное и два круга кровообращения, как у амфибий. Однако строение сердца рептилий более сложное. В его желудочке есть перегородка, которая в момент сокращения сердца почти полностью разделяет его на правую (венозную) и левую (артериальную) половины. Такое строение сердца и иное, чем у амфибий, расположение главных сосудов сильнее разграничивает венозный и артериальный потоки, следовательно, тело рептилий снабжается кровью, более насыщенной кислородом. Основные сосуды большого и малого кругов кровообращения типичны для всех наземных позвоночных. Основное различие малого круга кровообращения амфибий и рептилий состоит в том, что у реп-

тилий исчезли кожные артерии и вены. Следовательно, малый круг рептилий включает только легочные сосуды.

Более подробно строение и образ жизни рептилий следует изучить на примере типичного представителя этого класса — ящерицы прыткой.

Класс рептилии включает три отряда: чешуйчатые, черепахи и крокодилы (табл. 19). Необходимо назвать характерные признаки для представительей каждого отряда, а также отметить различия в образе их жизни и привести некоторые примеры.

Отряд чешуйчатые разбивается на две большие группы — ящерицы и змеи. Змеи — это видоизменившаяся ветвь ящериц, утративших конечности и передвигающихся по земле за счет сокращения брюшной мускулатуры. В связи с утратой конечностей у них сильно вытянулось тело, существенные изменения произошли в скелете: исчезли пояса конечностей, исчезли кости ног, а ребра и позвонки приобрели однообразное строение. Среди ящериц есть несколько видов, также утративших конечности и имеющих змеевидную форму тела (веретеница, желтопузик); необходимо знать, как отличить их от змей (по строению век).

Змеи питаются довольно крупной добычей, которую они заглатывают целиком, не разрывая на части. Это возможно благодаря особому устройству черепа и пищеварительного тракта: кости лицевого отдела черепа соединены подвижно, а глотка, пищевод и желудок способны сильно растягиваться. По способу питания змеи делятся на несколько групп: одни из них заглатывают свою добычу живой (ужи, полозы, медянки), другие предварительно душат, обвивая ее кольцами тела (удавы). Змеи третьей группы проглатывают свою добычу, предварительно убив ее ядом. Механизм введения яда в тело жертвы и его действие описаны в учебнике. Яд змей действует неодинаково. У одних (эфы, порзы, гадюки) он воздействует на кровеносную систему, у других (кобры, аспиды) вырабатывается яд, поражающий нервную систему.

В заключение необходимо перечислить меры, применяемые при укусе змей, а также отметить значение змеиных ядов как ценных медицинских препаратов.

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику класса рептилий.
2. Чем отличаются кожные покровы ящерицы от покровов черепах и крокодилов?
3. Почему ящерица не может дышать кожей?
4. Чем отличается скелет ящерицы от скелета лягушки?
5. В чем сходство и различие в строении сердца ящерицы и лягушки? Каково строение сердца крокодилов?
6. Каковы общие черты размножения ящериц, черепах и крокодилов?

Таблица 19. Характеристика основных отрядов пресмыкающихся

Отряд	Покровы	Строение конечностей	Зубы	Черты внутреннего строения	Число видов
Чешуйчатые: подотряд ящерицы	Кожа покрыта мелкой роговой чешуей	Передние и задние конечности с пятью пальцами	Мелкие, конической формы, основанием прирастают к кости	Есть грудная клетка, развиты пояса конечностей, легких два	2700
подотряд змей	То же	Конечности и их пояса редуцированы	У ядовитых змей есть пара крупных зубов с внутренним каналом	Грудной клетки нет, легкое одно	3000
Черепахи	Тело покрыто костно-роговым панцирем из двух щитов — брюшного и спинного	Две пары конечностей. У морских черепах обе пары преобразованы в ласты	Зубов нет. Челюсти покрыты роговым чехлом с режущим краем	Кости плечевого пояса частично перешли в состав брюшного и спинного щитов	300
Крокодилы	Тело покрыто крупными роговыми щитками с костной подстилкой	Две пары конечностей. На задних лапах плавательная перепонка	Однотипные, конической формы. Каждый зуб сидит в отдельной ячейке	Легкие сложного строения. Сердце четырехкамерное	21

7. Каких рептилий относят к отряду чешуйчатых?
8. Чем отличаются змеи от ящериц?
9. Как и чем питаются хамелеоны?
10. Приведите примеры ядовитых змей. Как устроен у них ядовитый аппарат?
11. Как происходит линька рептилий?
12. Благодаря чему уж может проглотить крупную лягушку?
13. Приведите примеры вымерших рептилий.
14. Какое положение занимают рептилии в системе животного мира? Какие животные являются предками рептилий? Какие классы произошли от вымерших рептилий?

## Птицы

Класс птицы объединяет около 9000 видов. Птицы во многом сходны с рептилиями, от которых они берут начало, но приспособление к новому способу передвижения — полету — наложило отпечаток и на внешний вид птиц, и на все черты внутреннего строения. От рептилий птицы унаследовали роговые чешуи на задних конечностях и роговой чехол, покрывающий клюв. Но роговые чешуи тела рептилий у птиц превратились в новое образование — перья, которые придают телу птицы обтекаемую форму и поддерживают его во время полета. Здесь следует вспомнить, как устроено перо, чем отличаются перо и пух, на какие категории делятся перья и каковы функции, которые они выполняют.

При изучении строения скелета птицы нужно ясно представлять, на какие отделы он делится и какие признаки являются приспособительными к полету, обратить внимание на воздухоносные полости в костях скелета, что значительно облегчает его массу и придает ему большую прочность. Эта прочность достигается также слиянием ряда костей в одно целое (череп, таз) и уменьшением числа костей в конечностях. Приспособленность к полету находит выражение еще в одном элементе скелета — киле грудины, который служит для прикрепления мощных мышц, опускающих и поднимающих крылья во время полета.

Рассматривая внутреннее строение птиц, следует иметь в виду, что в каждой системе органов четко прослеживаются черты приспособления к максимальному облегчению массы тела, что особенно сказывается на строении пищеварительной, выделительной и половой систем. Особенно важно подробно разобраться в строении кровеносной, дыхательной и нервной систем, которые достигают высокого совершенства по сравнению с соответствующими органами рептилий.

В строении кровеносной системы нужно отметить полное разделение сердца на две половины: правую — венозную и левую — артериальную (сердце четырехкамерное). За счет такого разделения достигается полная разобщенность артериального и венозного потоков в сердце, благодаря чему

все органы птицы получают только артериальную кровь (см. схему).

#### Схема кровообращения у птиц и млекопитающих



Следует обратить внимание на теплокровность птиц, т. е. постоянство температуры их тела и независимость ее от температуры окружающей среды.

При характеристике органов дыхания особое внимание следует обратить на «двойное дыхание», которое свойственно только птицам. Обеспечивается этот процесс за счет особых воздушных мешков, связанных с легкими и постоянно наполненных свежим воздухом. Следует отметить, что в самих мешках кровь не окисляется, но при выдохе часть воздуха из них поступает в легкие, где кровь, как и при вдохе, насыщается кислородом. Этот процесс особенно важен в полете, когда легочное дыхание затруднено в связи с работой грудных мышц, а воздушные мешки с поднятием крыльев механически растягиваются и наполняются воздухом, а при опускании — сжимаются, проталкивая воздух через легкие. Следовательно, птица в полете не может «задохнуться», так как чем чаще она машет крыльями, тем больше кислорода поступает в кровь.

Рассматривая строение нервной системы птиц, отметьте высокое развитие органов чувств, особенно зрения и слуха и связанных с ними отделов головного мозга. Важно указать на совершенство мозга птицы по сравнению с животными нижестоящих классов — амфибий и рептилий.

Переходя к вопросу о размножении птиц, следует уяснить, какие различия наблюдаются в строении яиц и их инкубации у рептилий и птиц. Особенно важно отметить существование у птиц высокоразвитой заботы о потомстве, включающей целый комплекс инстинктов: занятие гнездового участка, постройку гнезда, насиживание яиц, выкармливание птенцов, обучение их полету, отыскивание корма и т. д. Такая забота помогает птицам сохранять почти весь свой молодняк, а это очень важно, так как птицы гораздо менее плодовиты, чем рыбы или рептилии. Обратите внимание на разницу в развитии птенцов выводковых птиц (кур, уток, тетеревов, перепелов) и птенцовых (голубей, воробьев, дятлов).

Характеризуя перелеты птиц, уясните, как и почему возникла необходимость в перелетах, как птицы ориентируются в пространстве, каких птиц относят к кочующим,

оседлым, перелетным, приведите примеры. Расскажите, как изучаются перелеты птиц.

Серьезные затруднения вызывает у поступающих в вузы вопрос о полезных и вредных птицах. Следует отметить, что ни одна птица не может считаться абсолютно вредной или полезной. Птицы, так же как и другие животные, могут быть вредными или полезными в определенных обстоятельствах и в определенное время. Например, грачи летом питаются насекомыми и их личинками (майский жук, клоп-черепашка, гусеницы лугового мотылька и долгоносиков и др.). Однако весной они могут выклеивать высеянные семена злаков и огородных культур, а осенью портят кукурузу и подсолнечник, дыни и арбузы и т. п. Розовый скворец считается очень полезной птицей, так как основной его корм — саранча и другие прямокрылые, но летом и осенью стаи розовых скворцов могут поедать в садах сочные плоды (вишни, шелковицы, винограда) и этим причиняют существенный вред. Полевой воробей и некоторые другие зерноядные птицы питаются семенами культурных растений, однако своих птенцов они выкармливают насекомыми, среди которых много вредителей. Кукушки, питаясь гусеницами вредителей леса, могут подавить вспышку их размножения, в то же время, подкладывая свои яйца в гнезда насекомоядных птиц (славки, конька, горихвостки, трясогузки и др.), они вызывают гибель части их выводков. Ястреб-тетеревятник, полезный в дикой природе, как большинство хищников, поселившись близ населенного пункта, может уничтожить домашнюю птицу.

Все эти примеры убеждают в том, что одна и та же птица в разных условиях может быть и полезной и вредной. Тем не менее подавляющее большинство птиц можно считать полезными. Особенно ценны такие птицы, как дневные хищники, совы, многие воробьиные. Многие птицы имеют важное значение для человека с экономической точки зрения, к ним относятся промысловые и охотничьи виды, многочисленные породы домашней птицы. Охрана птиц включает как непосредственную заботу о наиболее ценных видах (запрещение их добычи, охрану гнездовых, запрет охоты на время вывода птенцов), так и привлечение птиц в населенные пункты, сады и огороды, на поля, в леса, на водоемы. Следует знать способы привлечения птиц.

Систематика класса и характеристика основных отрядов килевых птиц приводятся в табл. 20 и 21.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте общую характеристику класса птиц.
2. Охарактеризуйте основные черты приспособления птиц к полету

Таблица 20. Основные признаки трех групп птиц

Надотряд	Крылья	Строение и расположение перьев	Число пальцев на ногах	Черты внутреннего строения	Примерное число видов
Бескилевые (бегающие)	Недоразвиты	Перья лишены цельных опахал, расположены на теле сплошь, без промежутков	Два-три пальца, обращенных вперед	Кости не имеют воздухоносных полостей; на грудине нет киля	7
Пингвины (плавающие)	Видоизменены в ласты	Перья лишены опахал, ствол их расширен и уплощен в виде чешуи, расположены на теле сплошь	Четыре пальца, обращенных вперед. Три из них соединены плавательной перепонкой	Кости не имеют воздухоносных полостей; на грудине высокий киль	16
Килевые (летающие)	Хорошо развиты	Перья типичного строения — со стволем и опахалами, расположены на теле отдельными участками	Четыре пальца, три из них обращены вперед, один назад	Кости облегченные, с воздушными полостями; на грудине высокий киль	8500

Таблица 21. Характеристика основных отрядов килевых птиц

Отряд	Характерные признаки отряда	Места гнездования	Тип развития птенцов	Представители
Куриные	Ноги короткие, сильные, крылья широкие. Клюв короткий, надклювье слегка загнуто	Леса, степи, пустыни	Выводковый	Тетерева, фазаны, индейки, куропатки
Голенастые	Ноги и шея очень длинные. Клюв длинный, прямой, острый	Побережья водоемов, болота	Птенцовый	Цапли, выпи, аисты, ибисы
Гусиные	Ноги с плавательной перепонкой, отнесены далеко назад. Клюв уплощен, с поперечными роговыми зубчиками, образующими щипательный аппарат	Побережья водоемов различного типа	Выводковый	Гуси, утки, лебеди
Дятлы	Ноги короткие, первый и четвертый пальцы обращены назад. Клюв прямой, долотообразный	Леса различного типа	Птенцовый	Дятлы, вертишейка, туканы
Длиннокрылые	Ноги короткие, слабые, все четыре пальца обращены вперед. Крылья очень длинные, острые. Клюв короткий, разрез рта очень широк	Леса, горы, поселения человека	Птенцовый	Стрижи, колибри
Дневные хищники	Ноги с длинными острыми когтями. Клюв крючковидно изогнут. Способны к парящему полету	Различные ландшафты	»	Ястреба, соколы, грифы
Совы	Голова большая, глаза обращены вперед. Оперение около глаз образует лицевые диски	Степи, пустыни, горы, леса	»	Филин, совы, сычи
Воробьиные	Стросные крыльев и клюва очень разнообразно. На ногах первый палец обращен назад	Все ландшафты	»	Жаворонки, дрозды, ласточки, синицы, воробьи и др.

3. Из чего состоит перьевой покров птиц и каковы его функции? Чем отличается пуховое перо от контурного? Какие перья называют рулевыми?
4. Как устроена грудная клетка птиц? Для чего служит киль?
5. Сопоставьте кровеносную систему птиц и пресмыкающихся. С чем связана теплокровность птиц?
6. Чем отличаются легкие птиц от легких рептилий? Что такое воздушные мешки и какова их роль?
7. Какие птицы не могут летать и почему?
8. Опишите способ размножения птиц и устройство ими гнезд. Каких птиц относят к птенцовым, а каких — к выводковым?
9. Какое значение имеют перелеты в жизни птиц?
10. Назовите известных вам птиц лесов, степей, лугов, болот и берегов водоемов.
11. Какие мероприятия проводит человек для охраны полезных птиц?

### Млекопитающие

Млекопитающие — высший класс животных, насчитывающий около 4000 видов, широко распространенных и занимающих заметное место на суше, в воде и даже в воздухе. Эта группа животных резко отличается от всех других следующими чертами внутреннего и внешнего строения: 1) волосатым покровом, не свойственным другим животным, 2) выкармливанием детенышей молоком, 3) очень высоким развитием нервной системы, особенно головного мозга, что позволяет им быстро приспосабливаться к меняющимся условиям внешней среды.

Строение млекопитающих рассматривается на примере собаки. Прежде всего следует уяснить строение кожи и защитных образований. Отметьте общую черту кожных покровов млекопитающих и кожи амфибий (богатство кожными железами). Однако специализированные железы млекопитающих (потовые и сальные) имеют более сложное строение. Кожа млекопитающих покрыта волосами. Необходимо знать строение волоса, разные категории волос, понимать, какие преимущества имеет волосистый покров. Следует подчеркнуть, что волосы млекопитающих (а также когти, рога и копыта) обнаруживают ряд сходных черт с покровами животных других классов. Они имеют эктодермальное происхождение и состоят из рогового вещества, как у рептилий и птиц. Волосистый покров и большое количество кожных желез обеспечивают млекопитающим совершенную терморегуляцию.

Характеризуя скелет млекопитающих, следует обратить внимание на подвижность и прочность его отделов, что позволяет зверям достигать высокого совершенства в беге, прыгании, лазании и т. д.

При изучении пищеварительной системы следует обратить внимание на дифференцированную зубную систему: разные

зубы (резцы, клыки, коренные) выполняют различные функции. Благодаря этому переработка пищи начинается уже в ротовой полости, а это позволяет организму значительно полнее использовать ее.

При характеристике органов дыхания следует иметь в виду, что усиленный газообмен у млекопитающих возможен благодаря сложному строению легких, движениям грудной клетки, совершающимся при помощи межреберной мускулатуры, и появлению нового образования — диафрагмы (грудобрюшной преграды).

Очень важно разобраться в строении кровеносной системы. Несмешанное кровообращение достигается путем полного разделения сердца на венозную и артериальную половины и благодаря наличию одной (левой) дуги аорты, которая несет артериальную кровь из левого желудочка. Следует отметить, что совершенная терморегуляция, несмешанное кровообращение и усиленный газообмен помогли млекопитающим, как и птицам, приобрести теплокровность — свойство, позволяющее животным почти не зависеть от колебаний температуры внешней среды.

Рассматривая строение нервной системы млекопитающих, нужно знать отделы головного мозга и объяснить значение больших полушарий переднего мозга и особенно коры головного мозга. Необходимо отметить совершенство органов чувств — зрения, слуха, обоняния, осязания.

Очень важный вопрос — размножение млекопитающих. Особое внимание следует обратить на те черты строения и биологии, которые помогают выживанию потомства (внутреннее оплодотворение, наличие у самок высших млекопитающих особого органа — матки, в которой развивается зародыш, тесная связь плода с материнским организмом при помощи плаценты, или детского места). Говоря о развитии зародыша, необходимо сравнить его с зародышами животных предыдущих классов, сходство с которыми свидетельствует об общности происхождения позвоночных животных. Далее следует сравнить размножение плацентарных млекопитающих и низших представителей этого класса — яйцекладущих и сумчатых. Нужно отметить, какие особенности свойственны этим животным по сравнению с плацентарными, указать, какой способ развития зародыша более совершенный (характеристика подклассов млекопитающих дана в табл. 22).

Характеризуя отдельные отряды млекопитающих, прежде всего следует остановиться на особенностях, присущих данному отряду в целом: чертах внешнего строения, способах передвижения и добывания пищи, месте и образе жизни, значении для человека. Например, описывая отряд рукокрылых, следует подробно остановиться на приспособлении этих животных к полету, способе ориентации в простран-

Таблица 22 Основные признаки подклассов млекопитающих

Подкласс	Тип яйцеклеток	Развитие зародыша	Млечные железы	Зубная система	Число видов
Яйцекладущие	Очень крупные (диаметр до 15 мм), с большим количеством питательных веществ	Вне организма матери	Открываются протоками на млечном поле, сосков нет	Зубов нет	3
Сумчатые	Мелкие, бедны питательными веществами, окружены тонким слоем белка	В матке, но плацента не образуется, детеныши рождаются недоразвитыми	Открываются протоками на сосках, расположенных в сумке	Зубы соответствуют молочным зубам плацентарных и не сменяются	180
Плацентарные	Очень мелкие, лишены питательных веществ	В матке, с плацентой	Открываются на сосках, расположенных на брюшной стороне тела	Молочные и постоянные	Около 4000

Таблица 23 Характеристика основных отрядов плацентарных млекопитающих

Отряды	Основные признаки отряда	Некоторые представители
Насекомоядные	Передний конец головы вытянут в хоботок. Зубы однотипные, остробугорчатые	Крот, еж, выхухоль
Рукокрылые	Передние конечности преобразованы в крылья	Ушан, рыжая вечерница
Грызуны	Сильно развиты резцы, клыков нет	Белка, тушканчик, бобр
Зайцобразные	Две пары верхних резцов, одна из которых расположена позади другой	Заяц, кролик
Хищники	Сильно развиты клыки и хищные зубы	Волк, лиса, медведь
Ластоногие	Крупные животные. Обе пары конечностей преобразованы в ласты	Морж, тюлень, котик
Китообразные	Размеры от средних до очень крупных. Передние конечности преобразованы в ласты. Задние редуцированы	Дельфин, кит
Парнокопытные	На ногах по четыре пальца, из которых хорошо развиты второй и третий. На пальцах — роговые копыта	Кабан, лось, корова
Непарнокопытные	На ногах хорошо развит один (третий) палец, обычно с копытом	Зебра, тапир, лошадь
Хоботные	Размеры очень крупные. Нос и верхняя губа образуют хобот	Индийский слон, африканский слон
Приматы	Конечности пятипалые, на пальцах — ногти. Большой палец может противостоять остальным	Мартышка, павиан, шимпанзе, горилла

стве, способе питания (ловля насекомых в воздухе); отметить колониальный образ жизни этих животных и, наконец, указать, в чем заключается их польза. При характеристике отрядов млекопитающих необходимо называть основных представителей каждого отряда и коротко изложить их биологию. В табл. 23 приведены главные признаки основных отрядов млекопитающих.

Народнохозяйственное значение млекопитающих достаточно полно изложено в учебнике и не требует пояснений.

## Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные признаки класса млекопитающих
2. В чем заключается сходство и различие млекопитающих, рептилий и птиц?
3. Охарактеризуйте волосяной покров млекопитающих.
4. Какие категории зубов встречаются у млекопитающих?  
Как развита зубная система у представителей разных отрядов?
5. Чем отличается крыло летучей мыши от крыла птицы?
6. В чем заключаются особенности размножения и выкармливания детенышей у млекопитающих?
7. Сопоставьте особенности строения и размножения яйцекладущих, сумчатых и плацентарных млекопитающих.
8. Опишите особенности строения и образ жизни основных отрядов плацентарных млекопитающих. Приведите примеры представителей каждого отряда.
9. Каково значение грызунов в природе и жизни человека?
10. Какие животные называются жвачными? Приведите примеры.
11. Каково народнохозяйственное значение млекопитающих? Каких животных разводят на зверофермах? Перечислите промысловых млекопитающих.

# АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

## АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ КАК НАУКИ О СТРОЕНИИ И ФУНКЦИЯХ ОРГАНИЗМА. ИХ СВЯЗИ С ГИГИЕНОЙ

Анатомия человека изучает форму и строение человеческого тела и составляющих его органов и систем в связи с их функциями и с условиями окружающей среды. Анатомия теснейшим образом связана с другой наукой — физиологией, исследующей функции отдельных клеток, тканей, органов и их систем и организма в целом. Для обеспечения жизнедеятельности организма необходимы условия, при которых он или отдельные его системы могут функционировать наиболее четко и эффективно. Наука, определяющая эти условия, называется гигиеной. Гигиена помогает правильно организовать труд и отдых, предупреждать болезни, сохранять здоровье и работоспособность. Анатомия, физиология и гигиена вместе с некоторыми другими науками служат базой для современной медицины. Анатомия и физиология имеют важное значение и для других отраслей знания: общей биологии, экологии, биокрибиологии, бионики, педагогики и т. д.

Прежде чем приступать к изучению строения и функций отдельных систем органов, необходимо ознакомиться с некоторыми общими понятиями и разобрать строение и функции различных тканей.

Тело человека, как и животных, состоит из клеток. Строение клетки и процессы, происходящие в ней, подробно изучаются в курсе общей биологии. Клетки, сходные по строению, имеющие общее происхождение и выполняющие одинаковые функции, объединяются в ткани. Большинство тканей помимо клеток содержат межклеточное вещество различного строения. Тканей в человеческом организме много, но все их можно разбить на четыре большие группы. Строение каждого типа тканей подробно описано в учебнике. В табл. 24 показаны некоторые разновидности тканей и их главные функции. Следует знать свойства каждого типа ткани, строение составляющих их клеток.

Ткани образуют органы, а группа органов, выполняющих сходные функции, составляет систему органов. В учебнике перечислены все системы органов, обеспечивающие работу организма.

Таблица 24 Ткани тела человека

Тип ткани	Разновидность	Основные функции	Место расположения
Эпителиальная	Однослойная	Защитная	Слизистые оболочки внутренних органов Покровы тела
	Многослойная Железистая	» Секреторная	
Соединительная	Костная	Защитная, опорная, кровеносная и др.	Скелет
	Хрящевая	Защитная, опорная	Скелет, органы дыхания и др.
	Волокнистая	Опорно-защитная	Внутренние органы
	Жировая	Запасующая, защитная	Подкожная клетчатка, внутренние органы
	Кровь	Дыхательная, транспортная, защитная	Полости сердца и кровеносных сосудов
Мышечная	Поперечно-полосатая скелетная	Сократительная	Опорно-двигательный аппарат тела и некоторых внутренних органов (язык, глотка, начальная часть пищевода)
	Поперечно-полосатая сердечная	»	Сердце
	Гладкая	»	Мускулатура пищеварительного тракта, кровеносных и лимфатических сосудов и других внутренних органов

Тип ткани	Разновидность	Основные функции	Место расположения
Нервная	—	Обеспечение согласованной деятельности разных систем органов, обеспечение связи организма с внешней средой, приспособление обмена вещества к изменяющимся условиям	Головной и спинной мозг, нервные узлы и волокна

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение наук — анатомии, физиологии и гигиены.
2. Что называется тканью? Какие типы тканей имеются у человека и животных?
3. В чем отличие соединительной ткани от всех остальных типов ткани?
4. К какому типу тканей относится кровь?
5. Каковы свойства и значение нервной ткани?
6. Сопоставьте строение гладкой и поперечнополосатой мышечной ткани. Из какой ткани состоят мышцы сердца, кишечника, скелетные мышцы?
7. Какие системы органов человека вы знаете?

### ОРГАНЫ ДВИЖЕНИЯ

Костно-мышечная система — одна из важнейших систем человеческого организма. Она выполняет опорную и защитную функции и играет решающую роль в движении.

Скелет подразделяется на следующие отделы: кости черепа (мозгового и лицевого), кости туловища (позвонки, ребра, грудина), кости поясов конечностей (плечевого и тазового) и кости свободных конечностей. Нужно знать, из каких костей состоят эти отделы, знать строение отдельных типов костей (трубчатых, губчатых, плоских). Кости скелета отличаются большой прочностью, обусловленной особенностями их состава и строения. Необходимо вспомнить химический состав кости, знать, какие вещества обеспечивают ее твердость и упругость (основные минеральные и органические вещества), а также познакомиться с микроскопическим строением кости и ее ростом.

Характеристика скелета будет неполной, если не упомянуть о способах соединения костей, которые придают скелету человека дополнительную прочность и, кроме того, большую подвижность. В табл. 25 указаны основные способы соединения костей.

Таблица 25. Способы соединения костей в скелете человека

Соединение	Примеры
Несподвижное	Соединение костей черепа (кроме нижней челюсти), таза с крестцом
Малоподвижное	Соединение тел шейных, грудных, поясничных позвонков
Подвижное (суставы): шарнирное шаровое	Коленный сустав, локтевой сустав Тазобедренный сустав, плечевой сустав

Скелет составляет опору человеческого тела. Ко всем костям его прикрепляются отдельные мышцы или группы мышц, выполняющих двигательные функции. Скелетные мышцы состоят из поперечнополосатой мышечной ткани, строение которой описано в главе 1 школьного учебника «Анатомия, физиология, гигиена». Рассмотрите устройство отдельной мышцы, ее прикрепление к костям. Охарактеризуйте работу мышц — сгибателей и разгибателей, отметьте, что движения конечностей возможны лишь благодаря согласованной работе этих мышц. Мускулатура тела человека разделяется на следующие группы: мышцы головы и шеи, мышцы туловища (спины, груди и живота), мышцы конечностей. Мышцы головы в свою очередь делятся на мимические и жевательные. Обратите внимание на то, что обилие мимических мышц свойственно человеку, а из животных — только высшим обезьянам.

При описании микроскопического строения мышц отметьте присутствие в них многочисленных нервных окончаний. Благодаря им сокращение мышц может происходить рефлекторно, т. е. независимо от сознания. Рефлекс совершается благодаря проведению возбуждения по рефлекторной дуге от рецепторов кожи до центральной нервной системы и от нее — к мышце. В учебнике приведен классический пример рефлекторной реакции отдергивания руки при прикосновении к горячему предмету и описан путь, по которому проходит возбуждение. Нужно знать все звенья рефлекторной дуги и показать рефлекторный характер работы мышц — сгибателей и разгибателей.

## Вопросы для самоконтроля

- 1 Опишите строение осевого скелета человека.
2. Опишите строение скелета конечностей и поясов конечностей.
3. Каким образом соединяются кости в скелете?
4. Какова роль скелета и его частей?
- 5 Опишите микроскопическое строение кости (костной ткани).
6. Каков химический состав кости? Чем обусловлена ее прочность?
- 7 Где помещается костный мозг и каково его значение?
8. В чем заключается сходство и различие скелета человека и млекопитающих животных?
9. Какова зависимость между строением, функциями мышц и их местоположением в организме?
10. Как прикрепляются мышцы к костям?
11. Перечислите основные группы мышц человеческого тела.
12. Каково строение гладкой и поперечнополосатой мышечной ткани? Где в организме человека встречаются эти ткани?
13. Под влиянием чего и как происходит сокращение мышц? Дайте схему рефлекторного сокращения мышц.
14. Какое влияние на мышечную работу оказывают частота мышечных сокращений и нагрузка?
15. В чем выражается утомление мышц и чем оно обусловлено?

## КРОВЬ

Клетки организма человека могут существовать только при условии непрерывного питания, потребления кислорода и выведения продуктов обмена. Все эти функции (перенос питательных веществ, кислорода и углекислого газа, а также других продуктов обмена) выполняет кровь.

Кровь — одна из тканей организма. По типу это соединительная ткань, так как клетки в ней (форменные элементы, или кровяные тельца) разделены межклеточным веществом — кровяной плазмой. Форменные элементы крови неодинаковы по строению и функциям. Характеристика их приводится в табл. 26.

Нужно знать строение и роль в организме каждого из названных элементов. Особо следует отметить роль эритроцитов в переносе кислорода и двуокиси углерода,

Таблица 26. Форменные элементы крови

Форменные элементы	Форма клеток	Наличие ядра	Число в 1 мм <sup>3</sup> крови	Функция
Эритроциты	Округлая, сплюснутая	Нет	До 5 млн.	Перенос кислорода
Лейкоциты	Непостоянная	Есть	5—10 тыс.	Защитная
Тромбоциты	Овальная	Нет	200—300 тыс.	Свертывание крови



Процесс кровообращения обуславливается непрерывной работой сердца, которое проталкивает кровь в сосуды, проходящие по всем органам. В курсе зоологии прослеживается постепенное усложнение строения сердца позвоночных. У птиц, млекопитающих и человека сердце четырехкамерное, благодаря чему венозная и артериальная кровь движутся по сосудам, не смешиваясь. Важно разобраться в том, как происходит движение крови по сосудам и знать основные типы сосудов: артерии, вены и капилляры. Нужно уяснить, чем отличается строение артерий от строения вен, каково строение капилляров. Артерии несут, как правило, артериальную кровь от сердца ко всем органам тела, по венам течет венозная кровь к сердцу. Однако есть одно исключение: легочные артерии несут венозную кровь к легким, а от легких артериальная кровь по легочным венам поступает в сердце. Названные сосуды вместе с легкими и двумя отделами сердца образуют малый круг кровообращения.

Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек, а из него — в аорту. От аорты отходят две ветви, снабжающие кровью сердечную мышцу, а также крупные сосуды к голове и рукам. Нисходящая часть аорты проходит в грудной и брюшной полостях тела и разветвляется на многочисленные артерии, по которым кровь поступает во все внутренние органы и нижнюю часть туловища.

Артерии разветвляются на многочисленные капилляры. В капиллярной сети осуществляется отдача кислорода тканям, причем артериальная кровь, поглощая углекислый газ, превращается в венозную. Капилляры сливаются в вены, а вены собираются в верхнюю и нижнюю полые вены, которые несут кровь в правое предсердие. Этот путь крови называется большим кругом кровообращения.

Одновременно с кровообращением в организме человека происходит движение лимфы. Необходимо знать, как образуется лимфа и какова ее роль в организме.

Строение сердца подробно описано в учебнике. Нужно уяснить особенности сердечной мышцы и работу клапанов сердца. Изучая работу сердца, важно отметить фазы сердечного цикла: сокращение предсердий, сокращение желудочков, расслабление. Необходимо разобраться в вопросе о нервной и гуморальной регуляции сердечной деятельности. К сердцу подходят две пары центробежных нервов. Раздражение одной из них усиливает и учащает работу сердечной мышцы, второй — замедляет и ослабляет. Гуморальная регуляция сердечной деятельности осуществляется через кровь, которая содержит различные гормоны и другие физиологически активные вещества. Например адре-

налин, выделяемый надпочечниками в кровь, повышает частоту сердечных сокращений.

Последний вопрос программы данного раздела — пульс и его определение — подробно изложен в учебнике и не требует пояснений.

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение сердца человека. Какую роль выполняют сердечные клапаны?
2. Перечислите сосуды малого круга кровообращения. С какими отделами сердца они связаны?
3. Назовите основные артерии и вены большого круга кровообращения.
4. Сравните строение артерий и вен. Чем вызваны их различия?
5. Опишите строение капилляров. Какие процессы происходят в капиллярной сети?
6. Какие фазы включает сердечный цикл? Какова их длительность?
7. Почему сердечная мышца работает, не утомляясь, в течение многих лет?
8. Каковы основные свойства сердечной мышцы?
9. Какова роль нервной системы в регуляции сердечной деятельности?
10. Что такое гуморальная регуляция?
11. Как определить частоту сердечных сокращений?
12. Каково значение тренировки сердца? Как нужно тренировать его?
13. Что такое лимфа и каково ее значение? Как происходит движение лимфы?
14. Какие меры первой помощи нужно принимать при венозном и артериальном кровотечении?

### ДЫХАНИЕ

Дыхательная система человека обеспечивает поглощение кислорода из окружающей среды и выделение из организма образующейся двуокиси углерода. При изучении крови вы ознакомились с ее дыхательной функцией, т. е. с функцией переноса кислорода ко всем тканям и органам тела, а от них — углекислоты. В правое предсердие поступает кровь венозная, насыщенная углекислотой. От нее кровь освобождается в легких, где происходит обмен газов между кровью и окружающей средой. В обмене газов между организмом и средой заключается главная роль дыхательной системы.

Следует подробно ознакомиться со строением органов дыхания: носовой полости, гортани, трахеи, бронхов. В дыхательных путях важная роль принадлежит ресничному эпителию. Нужно представлять роль голосовых связок в образовании звука.

Подробно изучите строение легких, а также процесс обмена газов в легких и тканях. Этот обмен возможен благодаря различной концентрации газов (например, кислорода) в крови и во вдыхаемом воздухе. В венозной крови, которая поступает в легкие, кислорода всегда меньше, поэтому из полости легочных пузырьков он проникает в кровь и тут же связывается гемоглобином эритроцитов. Этот процесс происходит непрерывно. В тканях тела наблюдается обратное явление: кислород крови освобождается из непрочного соединения с гемоглобином и используется при окислительных реакциях в клетках. Одновременно в кровь поступает двуокись углерода, выделяемая клетками. Она частично связывается гемоглобином, частично химическими соединениями плазмы и уносится к сердцу, а затем к легким. В легочных пузырьках углекислота выделяется в воздух, в котором ее концентрация меньше.

Важно понять, как происходят дыхательные движения (увеличение объема легких во время вдоха и его уменьшение при выдохе). При вдохе, который совершается в результате активного сокращения наружных межреберных мышц и диафрагмы, увеличивается объем грудной клетки и возникает зона пониженного давления между пристеночной и легочной плеврой. При этом легкие пассивно растягиваются под влиянием поступления воздуха из окружающей среды. При выдохе межреберная мускулатура и диафрагма расслабляются, в результате чего ребра несколько опускаются, а диафрагма приподнимается под давлением органов брюшной полости, объем грудной клетки таким образом уменьшается, а эластичная ткань легких сжимается, выталкивая из них воздух. Обратите внимание на значение нервной системы в регуляции дыхательных движений, а также на механизм защитных дыхательных рефлексов.

В заключение необходимо вспомнить известные вам болезни дыхательных путей, способы их предупреждения, а также иметь представление о жизненной емкости легких и способах ее определения и повышения.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое дыхание? Какова его роль в организме?
2. Опишите строение верхних дыхательных путей, трахеи, бронхов
3. Какое строение имеют легкие? Как происходит обмен газов в легких и тканях?
4. Опишите механизм дыхательных движений.
5. Что такое жизненная емкость легких? Как ее определить? Можно ли ее повысить?
6. Каковы функции дыхательного центра? Где он расположен?
7. Почему при энергичной работе мышц дыхание учащается?

8. Какая связь существует между кровеносной системой и органами дыхания?

9. Какие гигиенические правила необходимо соблюдать для защиты органов дыхания от проникновения микробов и пыли?

## ПИЩЕВАРЕНИЕ

По способу питания человек относится к гетеротрофным организмам, т. е. получает все необходимые для роста и развития органические вещества с пищей. Однако питательные вещества за исключением простых сахаров и ви-

Таблица 27. Основные этапы пищеварения

Отделы пищеварительного тракта	Основные процессы, происходящие в отделе	Конечные продукты
Ротовая полость	Измельчение пищи, частичное расщепление крахмала	Продукты неполного распада крахмала, небольшое количество глюкозы
Желудок	Расщепление белков, расщепление эмульгированных жиров (например, жира молока)	Белки более простого строения, небольшое количество аминокислот
Тонкий кишечник: двенадцатиперстная кишка  другие отделы тонкого кишечника	Эмульгирование жиров на мелкие капли под влиянием желчи Расщепление жиров  Дальнейшее расщепление белков Расщепление крахмала и других сложных углеводов Завершение расщепления белков, жиров, углеводов  Всасывание продуктов расщепления	Глицерин, высокомолекулярные жирные кислоты Полипептиды, аминокислоты Глюкоза  Аминокислоты, глюкоза и другие простые сахара, глицерин и жирные кислоты
Толстые кишки	Всасывание воды, формирование каловых масс	

таминов не могут непосредственно усваиваться организмом. Они подвергаются сложной переработке, которая осуществляется под действием ферментов, содержащихся в пищеварительных соках. Система органов, в которых происходит переработка и усвоение питательных веществ, называется пищеварительной. Строение органов пищеварения подробно изложено в учебнике. Основные процессы, происходящие в каждом отделе пищеварительного тракта, показаны в табл. 27.

Изучая функции отделов пищеварительного тракта, необходимо знать роль печени как барьера для вредных и ядовитых веществ.

В заключение следует остановиться на гигиене питания и профилактических мерах по предотвращению пищевых инфекций и отравлений.

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение пищеварительной системы человека. Нарисуйте схему.

2. Какие процессы происходят в ротовой полости? Каково строение и значение зубной системы?

3. Каким изменениям подвергается пища в пищеварительном тракте?

4. Назовите функции каждого отдела пищеварительного тракта.

5. В чем заключается действие ферментов слюны на углеводы?

6. Опишите процесс переваривания пищи в желудке и тонких кишках.

7. Какие вещества расщепляются ферментами поджелудочной железы?

8. Какова роль желчи в пищеварении?

9. В чем проявляется защитная (барьерная) роль печени?

10. Как происходит всасывание питательных веществ в кишечнике?

11. Как связаны кровеносная и пищеварительная системы?

12. Расскажите о значении работ И. П. Павлова по физиологии пищеварения.

13. Каковы меры профилактики желудочно-кишечных заболеваний?

### ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

При изучении этого раздела следует обратиться к школьному курсу общей биологии (главы 6 и 8). Знание процессов обмена в клетке очень помогает при разборе обмена веществ в целом организме.

Прежде всего следует изучить, как происходит водно-солевой обмен в организме, а затем усвоение белков, жиров и углеводов. Ранее упоминалось, что в органах пищеварения белки расщепляются до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот, а сложные углеводы — до глюко-

козы. Эти растворимые в воде вещества транспортируются с током крови во все клетки организма, где подвергаются дальнейшим превращениям. В клетках тела из аминокислот на рибосомах образуются специфические белки при участии транспортных РНК, причем матрицей служат молекулы информационной РНК.

Из глицерина и жирных кислот, образовавшихся в результате расщепления жиров, поступивших с пищей, синтезируются жиры, свойственные человеческому организму. Кроме того, значительная часть глицерина и жирных кислот расходуется клетками в процессе дыхания.

Разберитесь в превращениях углеводов в организме человека. Часть глюкозы, образовавшейся в результате расщепления сложных углеводов и поступившей в кровь, откладывается в печени в виде полисахарида гликогена; другая часть используется клетками организма на разные биохимические процессы, в первую очередь на дыхание клеток.

При необходимости некоторые органические соединения (углеводы и жиры) могут взаимно превращаться друг в друга. Только недостаточность белка в пище невосполнима, так как белки, свойственные человеку, могут образоваться только из белковых продуктов по схеме:

белки пищи → аминокислоты → белки человеческого тела

Рассмотрите процессы распада и окисления органических веществ, происходящие в клетке. Отметьте роль ферментов в освобождении энергии при окончательном распаде органических веществ. В результате полного окисления жиров и углеводов образуются вода и двуокись углерода. Вода выделяется почками и кожей, а двуокись углерода удаляется из организма легкими.

Следует дать определение понятий ассимиляция и диссимиляция, показать, что эти процессы невозможны друг без друга, что они выражают единый процесс обмена веществ.

Важный вопрос программы — учение о витаминах. Следует назвать важнейшие из них, перечислить продукты, содержащие витамины, назвать болезни, возникающие в результате недостатка их в пище (табл. 28).

Описывая процесс выделения продуктов обмена из человеческого тела, следует обратить внимание на значение этого явления в жизнедеятельности организма. Нужно знать строение органов выделения (почек, мочеточников, мочевого пузыря) и особенно подробно, пользуясь таблицами и рисунками, микроскопическое строение почки. Уясните, как и где образуется моча, каков состав первичной и вторичной мочи. В заключение нужно упомянуть о мерах, предупреждающих заболевания почек.

Таблица 28. Некоторые витамины, необходимые для человека

Витамины	Продукты, содержащие витамины	Заболевания, вызванные недостатком витаминов
А	Рыбий жир, яйца, сливочное масло, морковь, шпинат	Куриная слепота, нарушения роста
В <sub>1</sub>	Мука грубого помола (содержащая отруби), дрожжи, печень, почки, яйца	Полиневрит (бери-бери) и другие нарушения функций нервной системы
В <sub>6</sub>	Дрожжи, молоко, яйца, говядина	Нарушения белкового и жирового обмена, заболевания кожи
В <sub>12</sub>	Печень, почки	Малокровие (нарушение кроветворения)
С	Плоды черной смородины, шиповника, цитрусовые, картофель, капуста, шпинат и другие зеленые растения	Цинга
Д	Рыбий жир, печень, масло яйца	Рахит

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какое значение имеют для организма человека минеральные соли и вода?
2. Где и как образуются белки, свойственные организму человека?
3. Как происходит усвоение жиров в организме?
4. Каково значение углеводов для организма? Как происходит их усвоение?
5. Какие конечные продукты образуются при распаде и окислении белков, жиров и углеводов?
6. Что такое обмен веществ? Как происходит обмен между окружающей средой и организмом?
7. Дайте определение понятий ассимиляция и диссимиляция. В чем выражается взаимосвязь этих процессов?
8. Какое значение имеют витамины для организма? Какие заболевания связаны с недостатком отдельных витаминов в пище?
9. Опишите строение органов выделения человека.
10. Каково строение почек? Как происходит образование мочи?
11. Какую роль в обмене веществ играет выделительная система?

#### КОЖА

Изучая кожные покровы человека, следует внимательно ознакомиться со строением всех слоев, которые их составляют. В коже имеются важные органы: потовые и сальные железы, волосы, различные рецепторы и т. д. Необходимо разобраться в основных функциях кожи: защитной,

выделительной, функции восприятия раздражений и поддержания постоянной температуры тела. Уделите внимание вопросам гигиены кожи, закаливания организма и гигиены одежды

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции выполняет кожа?
2. Опишите строение трех слоев кожи.
3. Какие железы помещаются в коже и каковы их функции?
4. Какова роль кожи в регуляции температуры тела?
5. Перечислите основные гигиенические требования к закаливанию организма

## ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Приступая к изучению этой темы, следует уяснить, что такое железы внутренней секреции (эндокринные железы), чем они отличаются от желез внешней секреции, привести примеры тех и других. Если секрет железы выделяется в окружающую среду или в полость организма человека через определенные каналы (протоки), то это железы внешней секреции (слюнные, потовые и др.). Железы внутренней сек-

**Таблица 29 Основные железы внутренней секреции человека и заболевания, вызванные нарушением их функций**

Железы внутренней секреции	Местоположение в организме	Болезни, вызванные недостаточной функцией	Болезни, вызванные усиленной функцией
Щитовидная железа	На шее, впереди трахеи и на боковых стенках гортани, частично прилегая к щитовидному хрящу	Микседема, зоб	Базедова болезнь
Гипофиз	Нижняя поверхность промежуточного мозга	Карликовость	Гигантизм, акромегалия
Участки («островки») поджелудочной железы	В толще поджелудочной железы, расположенной в петле двенадцатиперстной кишки	Диабет (сахарная болезнь)	
Надпочечники	Над верхним концом почек	Бронзовая болезнь (бронзовая окраска кожи, резкое истощение организма)	Резкое повышение кровяного давления

реции протоков не имеют, и продукты их деятельности поступают непосредственно в кровь. Интересно отметить, что поджелудочная железа одновременно с пищеварительными ферментами, попадающими в полость двенадцатиперстной кишки, выделяет непосредственно в кровь гормон инсулин, который образуется в небольших количествах и действует в течение довольно длительного времени, регулируя количество сахара в крови. Гормоны других желез внутренней секреции действуют на частоту и силу сердечных сокращений (адреналин), на рост и развитие организма (гормоны гипофиза), усиливают обмен веществ в организме (гормон щитовидной железы) и т. д.

Чрезмерное усиление или ослабление функций желез внутренней секреции ведет к нарушению нормальной жизнедеятельности организма и вызывает ряд тяжелых заболеваний (табл. 29). Нужно знать, какими нарушениями деятельности эндокринных желез вызваны эти болезни и обосновать способ их лечения.

#### Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается сущность гуморальной регуляции жизнедеятельности организма?
2. Различие желез внешней и внутренней секреции.
3. Что такое гормоны и каковы особенности их действия?
4. Перечислите основные железы внутренней секреции человеческого организма. Какие гормоны вырабатывают эти железы?
5. Какие органы являются одновременно железами внешней и внутренней секреции?
6. Какую роль играет гормон надпочечников адреналин?
7. Какие болезни вызываются нарушением функций щитовидной железы и гипофиза?
8. Как используются гормоны в медицине?

#### НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Нервная система координирует деятельность всех органов, осуществляет ориентацию организма во внешней среде и приспособительные реакции на ее изменения. Все это становится возможным благодаря очень четкой работе органов чувств, центральной и периферической нервной систем.

Основная форма деятельности нервной системы — рефлекс, т. е. ответная реакция на любой сигнал, поступающий из внешней среды или от внутренних органов.

Физиология нервной системы — один из наиболее трудных разделов программы, поэтому на него нужно обратить особое внимание. В программе для поступающих в вузы отсутствует анатомическая часть, но знать ее необходимо, так как невозможно уяснить деятельность нервной системы, предварительно не разобравшись в ее строении. Прежде всего нужно иметь четкое представление о строе-

нии головного мозга, знать его основные отделы: продолговатый мозг, задний мозг (мозжечок и варолиев мост), средний, промежуточный и конечный (передний) мозг.

Все эти отделы были описаны при изучении строения головного мозга животных. Однако в анатомии головного мозга человека есть ряд особенностей. Главное отличие — очень сильное развитие полушарий переднего мозга и основного его отдела — коры. Зачатки коры появляются уже у рептилий, несколько более развита она у птиц, но только у млекопитающих и особенно у человека кора больших полушарий достигает наивысшего развития, образуя многочисленные борозды и извилины.

В анатомии человека продолговатый мозг, мост (масса нервных волокон, связывающих левую и правую половины мозжечка), средний и промежуточный мозг объединяют под названием ствола, или ствольной части, мозга. Следует подробно разобраться в основных функциях различных отделов ствольной части мозга и отдельных долей больших полушарий. В табл. 30 показано, что ствольная часть мозга обеспечивает осуществление врожденных форм поведения — многих безусловных рефлексов. Она регулирует также деятельность внутренних органов. Кора больших полушарий, куда в конечном счете поступают сигналы от внешней и внутренней среды, обеспечивает при участии ствольной части мозга возможность образования условных рефлексов. В табл. 30 указаны функции только небольших (воспринимающих) областей каждой доли коры. В участки коры, расположенные между этими областями, сигналы непосредственно от рецепторов не поступают, но эти участки осуществляют взаимную связь между воспринимающими зонами коры. Их повреждение может вызвать полную или частичную потерю памяти, способности писать или читать и т. д. Поэтому данные зоны коры вместе с воспринимающими играют важнейшую роль в обеспечении высших психических функций человека: памяти, способности к обобщению, воображению, мышлению.

Строение и функции спинного мозга и периферической нервной системы не выделены в отдельный вопрос программы, но нужно иметь представление о них в пределах изложенного в учебнике.

Переходя к изучению органов чувств, нужно усвоить, какую роль они играют в ориентации человека во внешней среде, иметь представление о рецепторах и анализаторах. Строение органов зрения, слуха, обоняния и др. подробно описано в учебнике. Пользуясь цветными таблицами, легко понять строение глаза, уха и т. д. При изучении органов чувств важно усвоить строение и расположение соответствующих рецепторов. Например, зрительные рецепторы расположены в сетчатке (одной из оболочек

Таблица 30. Функции различных отделов головного мозга человека

Отделы мозга	Основные функции
Продолговатый мозг	Регуляция деятельности дыхательной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем
Средний мозг	Регуляция ориентировочных рефлексов на зрительные и слуховые раздражители, регуляция мышечного тонуса и позы
Промежуточный мозг	Восприятие сигналов от внешней и внутренней среды, регуляция функций внутренних органов
Мозжечок	Координация движений и регуляция мышечного тонуса
Кора больших полушарий:	Восприятие и анализ сигналов внешней и внутренней среды. Участие в образовании условных рефлексов. Обеспечение высших психических функций
затылочная доля	Восприятие и анализ зрительных раздражений
височная доля	Восприятие и анализ слуховых раздражений
теменная доля	Восприятие и анализ кожных раздражений (температура, давление и т. д.)
лобная доля	Регуляция произвольных мышечных движений

глаза), слуховые рецепторы — вдоль волоконца перегородки улитки, обонятельные — в слизистой оболочке носа и т. д. Нужно знать основные гигиенические требования, обеспечивающие нормальное функционирование органов чувств.

Многочисленные сигналы от многих рецепторов поступают в центральную нервную систему, в которой происходит их анализ, устанавливается их связь между собой, возникают временные связи между различными отделами коры головного мозга. Все эти процессы изучаются физиологией высшей нервной деятельности — наукой, создателем которой по праву считается И. П. Павлов.

И. П. Павлов значительно расширил учение о рефлекторной деятельности мозга. Еще в 1863 г. И. М. Сеченов высказал смелую для своего времени мысль о том, что рефлекторная деятельность мозга лежит в основе не только бессознательной, произвольной, но и сознательной деятельности человека. И. П. Павлов открытием условных рефлексов убедительно подтвердил справедливость этого положения. Всем животным и человеку с момента рождения в одинаковой мере свойственны пищевая, оборонительная, ориентировочная и некоторые другие рефлексы. И. П. Пав-

лов назвал их безусловными рефлексам, т. е. протекающими без каких-либо предварительно создаваемых условий. В отличие от безусловных рефлексов условные рефлексы приобретаются в течение жизни человека или животного. Безусловные рефлексы не могут обеспечить существование организма в сложной и меняющейся обстановке окружающей среды. Если бы животное начинало есть только тогда, когда пища попала в рот, или защищаться, оказавшись в лапах хищника, жизнь его была бы весьма короткой. Обычно же животное направляется к пище, почувствовав ее запах или увидев на расстоянии. Это пример условного рефлекса. В учебнике приведены и многие другие примеры. Все они свидетельствуют о том, что любой внешний раздражитель, сочетающийся во времени с протекающим безусловным рефлексом, может стать сигналом для такого поведения животного, которое вызывалось безусловным раздражителем (пищей, болью и т. д.). У животных можно выработать условный рефлекс слюноотделения или поднятия лапы на любой раздражитель, не связанный с пищей или болью. В учебнике описаны правила выработки условных рефлексов и приводится схема рефлекторной дуги одного из таких рефлексов. Ее нужно тщательно разобрать и убедиться в том, что основные части рефлекторной дуги остаются теми же, что и в безусловном рефлексе (рецептор, центроостремительные нервные волокна, центральная нервная система, центробежные нервные волокна и рабочий орган). Однако для проявления условного рефлекса необходимо образование так называемой временной связи между центрами, воспринимающими условный и безусловный раздражители.

В естественной, природной обстановке у животного вырабатывается множество условных рефлексов. Если же окружающие условия меняются и тот или иной условный раздражитель уже не подкрепляется безусловным, то условный рефлекс угасает, т. е. не проявляется. Взамен его может образоваться новый условный рефлекс на другой условный раздражитель, если его действие сопровождается подкреплением. В угасании условного рефлекса проявляется действие так называемого внутреннего торможения. Условный раздражитель вызывает теперь в центральной нервной системе не возбуждение соответствующих центров, а активное подавление их деятельности, т. е. торможение. Внутреннее торможение вырабатывают у животного постепенно, подобно выработке условного рефлекса. Однако торможение в центральной нервной системе может развиваться и быстро, если в момент действия условного раздражителя внезапно возникает более сильный раздражитель. Условный рефлекс в этот момент может оказаться подавленным, заторможенным, так как в коре больших

полушарий образуется более сильный очаг возбуждения. Такое торможение И. П. Павлов назвал внешним. В учебнике приведена схема развития внешнего торможения, которая хорошо поясняет его механизм.

В течение жизни у человека образуются многочисленные условные рефлексы. Особенность условнорефлекторной деятельности человека — способность к образованию условных рефлексов не только на непосредственные раздражители внешней среды, но и на слова, которыми они обозначаются. В этом огромное преимущество человека перед животным. Учение И. П. Павлова об условных рефлексах, их образовании и торможении позволило объяснить многие ранее непонятные поведенческие реакции животных, причины некоторых заболеваний человека и др.

В заключение следует ознакомиться с правилами гигиены нервной системы, соблюдение которых обеспечивает сохранение работоспособности человека.

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение основных отделов центральной нервной системы — головного и спинного мозга.
2. Каковы функции спинного мозга?
3. Какова роль коры больших полушарий головного мозга?
4. Какие зоны различают в коре больших полушарий?
5. Где помещаются центры, регулирующие дыхательную и сердечно-сосудистую деятельность организма?
6. Какие отделы головного мозга обязательно участвуют в образовании условных рефлексов?
7. Опишите строение глаза человека.
8. Какие клетки являются зрительными рецепторами? Как возникает изображение на сетчатке?
9. Опишите строение наружного, среднего и внутреннего уха.
10. Каково строение улитки и как воспринимается звук?
11. Опишите строение вестибулярного аппарата. Какие раздражения он воспринимает?
12. Расскажите о строении кожных рецепторов. Какие раздражения они воспринимают, где размещаются?
13. Каково строение органов обоняния и вкуса? Как расположены на языке вкусовые рецепторы?
14. Назовите основные свойства условного рефлекса. Чем отличается условный рефлекс от безусловного?
15. Приведите примеры условных и безусловных рефлексов. Опишите схемы их рефлекторных дуг.
16. Что такое возбуждение и торможение? Как связаны эти процессы между собой?
17. Чем различаются внешнее и внутреннее торможение? Приведите примеры.
18. В чем заключается защитная роль торможения?
19. Расскажите о значении работ И. М. Сеченова и И. П. Павлова в изучении физиологии высшей нервной деятельности.
20. Чем отличается высшая нервная деятельность человека от высшей нервной деятельности животных?

# ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

## УЧЕНИЕ ОБ ЭВОЛЮЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Общая биология — наиболее важная часть программы, обобщающая данные многих частных наук. При рассмотрении отдельных вопросов общей биологии необходимо использовать знания, полученные при изучении ботаники, зоологии, анатомии и физиологии человека.

В первом разделе рассматривается эволюционное учение, показывающее общие закономерности развития жизни на Земле. Перед изучением теории Ч. Дарвина следует ознакомиться с историей развития биологии в додарвиновский период.

До конца XVIII в. в науке господствовал метафизический метод мышления, рассматривавший все явления как независимые друг от друга, неизменные, раз и навсегда данные. Метафизическое мировоззрение в биологии проявлялось в представлениях о постоянстве видов животных и растений и об изначальной (созданной богом) абсолютной целесообразности их строения. Метафизический подход к явлениям природы был характерен и для выдающегося натуралиста XVIII в. К. Линнея. Характеризуя значение работ Линнея, следует обратить внимание на данное им определение вида, на принцип двойной номенклатуры видов (первое слово — название рода, второе — видовой эпитет) и на разработанную Линнеем систему животных и растений, сопоставив ее с современной систематикой.

Переходя к изложению эволюционной теории Ж. Б. Ламарка, нужно отметить, что хотя идея изменяемости органического мира высказывалась отдельными учеными давно (об этом говорили еще некоторые философы Древней Греции), Ламарк впервые в истории биологии сформулировал положение о том, что все многообразие животных и растений является результатом эволюции, т. е. исторического процесса развития живой природы. Разрабатывая систематику животных, Ламарк совершенно правильно подметил основное направление эволюционного процесса — постепенное усложнение организации от низших форм к высшим (это усложнение Ламарк назвал градацией). Важно подчеркнуть, что объяснение Ламарком процесса эволюции было двойственным. Если Дарвин в дальнейшем объяс-

пит все изменения видов растений и животных одной общей причиной — естественным отбором, то Ламарк причиной общего прогресса живой природы считал изначальное внутреннее стремление организмов к совершенствованию, а причиной возникновения приспособлений к окружающей среде — способность организмов целесообразно реагировать на изменение внешних условий (вследствие прямого действия среды или посредством упражнения или неупражнения органов). Как первое, так и второе объяснение неправильны и современной наукой не признаются.

Рассматривая вопрос о возникновении эволюционной теории Ч. Дарвина, необходимо различать ее социально-экономические и научные предпосылки. К социально-экономическим предпосылкам следует отнести интенсивное развитие капитализма в Англии, ставшей великой промышленной державой, владевшей огромными территориями колоний, куда направлялись многочисленные экспедиции; рост городов, требовавший быстрого повышения продуктивности сельского хозяйства, в результате чего резко усилилась селекционная работа в области растениеводства и животноводства.

Научными предпосылками теории Дарвина послужили успехи систематики растений и животных, биогеографии, эмбриологии, сравнительной анатомии, палеонтологии, создание клеточной теории. Нужно объяснить (с приведением соответствующих примеров), как достижения этих наук помогли установить сходство отдельных групп организмов, а следовательно, и родство между ними и таким образом дали богатый материал для доказательства процесса эволюции, происходящего на Земле.

Изменчивость и наследственность организмов — важнейшая общебиологическая проблема, составляющая предмет особой науки — генетики. Хотя в середине XIX в. генетики как таковой еще не существовало (первые генетические опыты Г. Менделя, опубликованные в 1865 г., были Дарвину неизвестны), именно Дарвин заложил основы учения об изменчивости. Основываясь на своих богатейших наблюдениях, он пришел к выводу, что всеобщая изменчивость признаков и свойств характерна для всех организмов. Сопоставьте два типа изменчивости, описанные Дарвином, — определенную (групповую, ненаследственную) и неопределенную (индивидуальную, наследственную) с современными представлениями о модификациях и мутациях. Приведите примеры обоих типов изменчивости и обратите внимание на то, что только наследственные изменения служат материалом для естественного и искусственного отбора.

Рассматривая вопрос о сущности и значении искусственного отбора, нужно отметить большое разнообразие сортов культурных растений и пород домашних животных (с при-

ведением соответствующих примеров), указать, чем они отличаются от своих диких предков, сопоставить описанные Дарвином два типа искусственного отбора — бессознательный и методический. Необходимо подчеркнуть, что именно изучение селекционной практики натолкнуло Дарвина на мысль об естественном отборе как аналоге искусственного отбора.

Центральный вопрос данного раздела программы — эволюционная теория Дарвина. Следует подчеркнуть, что основная заслуга Дарвина не в доказательстве самого факта существования эволюции, которая признавалась многими учеными, а вскрытие причины эволюции — естественного отбора. Чрезвычайно важно проследить, как пришел Дарвин к этому великому открытию. На основе изучения огромного фактического материала он установил способность всех видов неограниченно размножаться в геометрической прогрессии. Однако в естественных условиях численность взрослых особей каждого вида длительно сохраняется примерно на одном уровне, следовательно, большинство появляющихся на свет особей гибнет в борьбе за существование — внутривидовой, межвидовой и в борьбе с неблагоприятными абиотическими факторами (условиями неживой природы). Сопоставив два вывода — о перепроизводстве потомства и о всеобщей изменчивости, Дарвин пришел к главному заключению: больше шансов выжить и достичь взрослого состояния имеют особи, отличающиеся от множества других какими-либо полезными свойствами. Так был открыт принцип естественного отбора, как главной движущей силы эволюции. Для лучшего понимания сущности и значения естественного отбора целесообразно сопоставить его с искусственным отбором (табл. 31).

Характеризуя процесс эволюции, следует подчеркнуть ее приспособительный характер. Многочисленные примеры приспособлений растений и животных к условиям обитания приводятся в учебниках ботаники, зоологии и общей биологии. При этом важно отметить заслугу Дарвина, доказавшего, что в природе нет какой бы то ни было «изначальной целесообразности». То, что мы называем органической целесообразностью, есть не что иное, как соответствие строения и функций организмов условиям их существования, вырабатывающееся в результате естественного отбора. Существенным моментом эволюционной теории Дарвина является положение о том, что приспособленность (целесообразность) всегда имеет относительный характер. Любое приспособление полезно только в тех условиях, в которых оно исторически возникло, а при изменении условий оно перестает быть полезным или даже становится вредным для организма. Следует привести примеры относительной приспособленности организмов к условиям сре-

Таблица 31. Искусственный и естественный отбор

Отбор	Материал для отбора	Отбирающий фактор	Сущность отбора	Результат отбора
Искусственный	Индивидуальные наследственные изменения (мутационные и комбинативные)	Человек	Сохранение для размножения особей, наиболее приспособленных к потребностям человека	Создание новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов
Естественный	То же	Условия среды	Выживание особей, наиболее приспособленных к условиям среды и обладающих признаками, полезными для вида	Возникновение новых видов и форм

ды и проанализировать их. Важным доказательством относительного характера приспособленности служат рудименты — органы, потерявшие свое полезное значение в новых условиях.

Следует подчеркнуть, что в результате естественного отбора происходят не только приспособительные изменения отдельных признаков, но возникают новые разновидности и виды. Рассмотрите предложенную Дарвином схему расхождения признаков в процессе эволюции (она приводится в учебнике «Общая биология»), объясните причины дивергенции и увяжите этот вопрос с проблемой систематики животных и растений. Необходимо уяснить себе отличие искусственных систем, в основу которых брались отдельные, произвольно выбранные признаки (например, система Линнея), от естественной (эволюционной) системы, отражающей степень дивергенции и родственные связи между видами, родами, семействами и другими систематическими группами.

При определении степени родства между отдельными группами растений и животных очень важно отличать гомологичные органы (имеющие общее происхождение) от аналогичных (выполняющих сходные функции, но не связанных единством происхождения). В результате дивергенции гомологичные органы могут приобретать различную

внешнюю форму, сохраняя общий план внутреннего строения (например, нога лошади, крыло летучей мыши, рука человека). Что касается аналогичных органов, то они могут возникать у очень далеких друг от друга в систематическом отношении групп благодаря конвергенции — схождению признаков вследствие приспособления к сходному образу жизни (например, крыло бабочки и крыло птицы).

Отвечая на вопрос о реальности вида, необходимо прежде всего дать современное определение вида как совокупности особей, обладающих общими признаками, занимающих определенный ареал и способных скрещиваться друг с другом и не скрещивающихся в природных условиях с другими видами. Эти свойства следует связать с общностью происхождения всех особей данного вида. Реальное существование каждого вида в данный момент не противоречит концепции изменчивости видов. Нужно обратить внимание на то, что виды представляют собой сумму популяций, внутри которых происходит естественный отбор и могут возникать сначала подвиды, а затем и новые виды.

### Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит сущность метафизического мировоззрения?
2. Охарактеризуйте представления о неизменности природы и изначальной целесообразности живых организмов в додарвиновский период.
3. Каково значение работ Линнея для развития биологии?
4. Сравните принципы классификации Линнея с современной систематикой животных и растений.
5. Изложите теорию эволюции органического мира Ламарка и дайте оценку этой теории.
6. Перечислите социально-экономические и научные предпосылки возникновения теории Дарвина.
7. Взгляды Дарвина на формы и причины изменчивости животных и растений. Какова роль изменчивости в процессе эволюции?
8. Что такое искусственный отбор? Чем отличается методический отбор от бессознательного?
9. Как объяснить многообразие пород домашних животных и сортов культурных растений? Чем они отличаются от своих диких сородичей? Приведите примеры.
10. Каковы основные формы борьбы за существование в живой природе?
11. Охарактеризуйте процесс естественного отбора. Почему естественный отбор следует считать главным фактором эволюции?
12. В чем сходство и различия между искусственным и естественным отбором?
13. Охарактеризуйте приспособительный характер эволюции. Приведите примеры приспособления растений и животных к условиям среды.

14. Сопоставьте взгляды Ламарка и Дарвина на движущие силы эволюции. Как объясняли эти ученые происхождение приспособленности организмов к среде?

15. Почему приспособленность организмов к внешним условиям является относительной? Приведите примеры.

16. Изложите учение Дарвина о дивергенции и образовании новых разновидностей и видов. Нарисуйте схему дивергенции.

17. Какие органы называют гомологичными, а какие аналогичными? Приведите примеры. Что такое конвергенция?

18. Приведите доказательства процесса эволюции сравнительно-анатомические, эмбриологические, биогеографические и палеонтологические.

19. Что такое вид? Приведите доказательства реальности видов.

20. Опишите принципы современной классификации животных и растений. Какова связь между системой органического мира и процессом эволюции?

## РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

В отличие от учебника «Общая биология», в котором развитие органического мира описывается в главе 4, а происхождение жизни в главе 9, в программе материал расположен в логической последовательности: сначала рассматривается возникновение жизни, а затем — ее дальнейшее развитие.

Изучение данного раздела необходимо начинать с определения понятия «жизнь». При этом важно подчеркнуть ошибочность как витализма (идеалистического направления, приписывающего живым телам нематериальную и непознаваемую жизненную силу), так и механицизма (уподобление организма машине, отрицание качественных особенностей живых тел). Правильное понимание сущности жизни как особой формы движения материи возможно только с позиций диалектического материализма. Весьма удачным можно считать следующее определение жизни: живые тела — это открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные в основном из белков и нуклеиновых кислот. Необходимо расшифровать каждый из входящих в это определение признаков жизни: 1) организм как открытая система существует благодаря непрерывному обмену веществ и энергии с окружающей средой (поглощение и выделение, ассимиляция и диссимиляция); 2) способность к саморегуляции процессов жизнедеятельности (изменения активности ферментов, взаимосогласованность процессов, раздражимость), в результате чего организм сохраняет свои свойства в условиях постоянно изменяющейся среды; 3) самовоспроизведение молекул ДНК и, как следствие, самовоспроизведение клеток и целых организмов (наследственность); 4) своеобразие химического со-

става (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и другие органические вещества).

Излагая теорию происхождения жизни, разработанную А. И. Опариным, необходимо прежде всего охарактеризовать условия на ранних этапах существования Земли. Далее следует перечислить этапы химической эволюции, предшествовавшей биологической эволюции: 1) образование из газов, составлявших первичную атмосферу Земли (метана, углекислоты, аммиака, водяного пара), под действием электрических разрядов и ультрафиолетовых лучей сахаров, аминокислот, азотистых оснований и других растворимых органических веществ; 2) образование биополимеров — белков и нуклеиновых кислот; 3) образование высокомолекулярных комплексов — коацерватов. Нужно описать структуру и свойства коацерватов и рассказать о возможных путях превращения этих образований в простейшие живые существа.

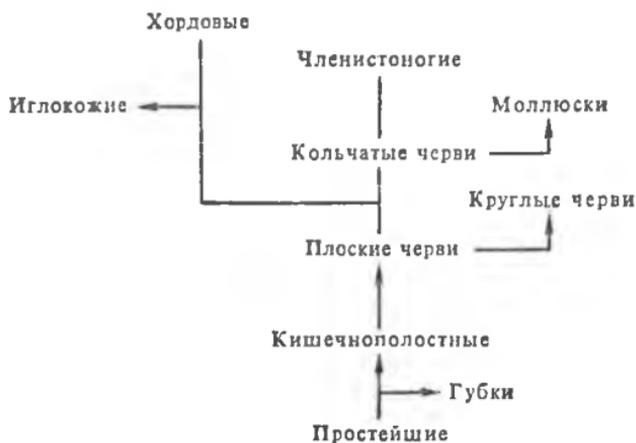
Опишите опыты Л. Пастера, доказавшего невозможность самопроизвольного зарождения жизни в современных условиях, и объясните, почему в настоящее время живые организмы не могут возникать из неживой материи.

Важный вопрос программы — деление истории Земли на эры и трех последних эр — на периоды. Нужно охарактеризовать условия абиотической среды, существовавшие на протяжении разных эр и периодов, и увязать изменение этих условий с этапами развития биосферы. Для этого необходимо восстановить в памяти изученные в курсах ботаники и зоологии основные типы растений и животных и степень родства между ними.

Говоря об истории развития растительного мира, полезно использовать схему эволюции («родословное древо») растений:



Одна из наиболее вероятных схем эволюции типов животных может быть представлена следующим образом:



Внимательно ознакомьтесь с геохронологической таблицей (учебник «Общая биология», глава 4), обратив внимание на последовательное возникновение все более высокоорганизованных растений и животных. Учитывая трудность запоминания этого материала, рекомендуем как минимум усвоить то, что на каждом крупном этапе истории Земли были группы господствующих животных и растений, достигавших временного расцвета (табл. 32).

**Таблица 32. Смена господствующих групп животных и растений**

Этапы истории Земли	Животные	Растения
Ранний палеозой	Трилобиты, рако- скорпионы	Псилофиты
Поздний палеозой	Рыбы, амфибии	Папоротникооб- разные
Мезозой	Высшие насеко- мые, рептилии	Голосеменные
Кайнозой	Млекопитающие, птицы	Покрытосеменные

Рассматривая эволюцию биосферы, необходимо отметить такие крупные этапы морфофизиологического прогресса (ароморфозы), как возникновение фотосинтеза, появление многоклеточности, изменения, связанные с выходом растений и животных на сушу, возникновение теплокровности у животных и семенного размножения у растений.

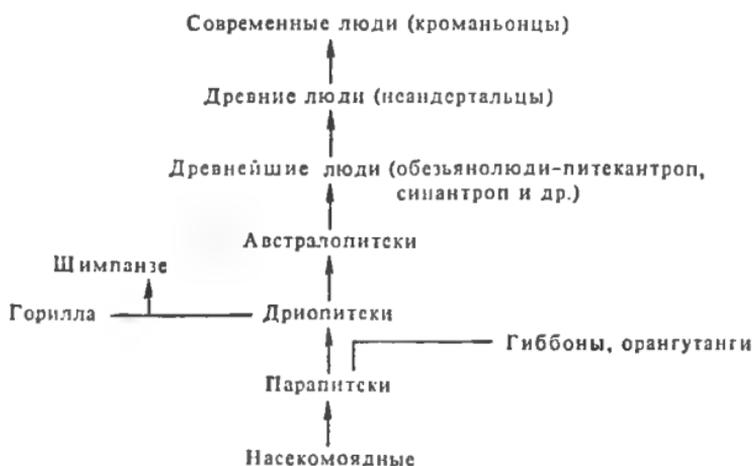
#### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое жизнь? Перечислите основные свойства живых тел.
2. Когда и в каких условиях возникла жизнь на Земле?
3. Изложите современные взгляды на происхождение жизни на Земле.

4. Приведите доказательства невозможности самозарождения жизни в современных условиях.
5. На какие эры и периоды делят историю Земли?
6. Опишите основные этапы развития жизни на Земле. Какие группы растений и животных были господствующими в течение отдельных периодов палеозойской и мезозойской эры?
7. Приведите доказательства того, что первичной средой жизни было море.
8. Когда и как произошел выход животных и растений на сушу?
9. Назовите и опишите переходные формы от рептилий к птицам и млекопитающим.
10. Перечислите наиболее важные ароморфозы в эволюции животных и растений.
11. Чем объяснить господствующее положение млекопитающих, птиц и покрытосеменных растений в кайнозойскую эру?

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Человек как биологический вид относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, отряду приматов. Следует знать морфологические, анатомические, эмбриологические и физиологические доказательства родства человека и животных. В то же время существуют признаки, отличающие человека от самых высокоорганизованных обезьян: прямохождение, изготовление орудий труда, сильное развитие коры головного мозга, членораздельная речь, абстрактное мышление, развитие человека на основе социальных, а не биологических законов. Следует увязать формирование и развитие этих особенностей и в первую очередь совершенствование орудий труда и трудовой деятельности с основными этапами антропогенеза (эволюции предков человека), который можно представить в виде следующей схемы:



Следует иметь в виду, что человек произошел не от современных человекообразных обезьян, для которых характерна узкая специализация (приспособление к строго определенному образу жизни в тропических лесах), а от вымерших несколько миллионов лет тому назад высокоорганизованных животных (дриопитеков). Не вдаваясь в детали длительного процесса антропогенеза, довольно подробно описанного в учебнике, отметим, что важнейшим этапом на пути превращения обезьяноподобных животных в древнейших людей было появление прямохождения. В связи с изменением климата и изреживанием лесов наступил переход от древесного к наземному образу жизни; чтобы лучше обозреть местность, где у предков человека было много врагов, им приходилось вставать на задние конечности. В дальнейшем естественный отбор развил и закрепил прямохождение, и, как следствие этого, руки освободились от функций опоры и передвижения. Так возникли австралопитеки — высокоразвитые двуногие приматы, использовавшие предметы естественного происхождения в качестве орудий (следовательно, австралопитеков еще нельзя считать людьми). Из среды австралопитеков или сходных с ними обезьяноподобных существ около 3 млн. лет тому назад выделились формы, перешедшие к изготовлению простейших орудий и явившиеся предками питекантропов и синантропов. Таким образом, переломным моментом в превращении обезьяноподобных животных в людей стало намеренное и сознательное изготовление орудий труда, что неизбежно привело к развитию рук и мозга. Важно также уяснить большую роль в процессе антропогенеза стадного образа жизни, при котором слабость отдельных особей компенсировалась силой совместно обороняющегося стада, а опыт одного быстро становился достоянием других. Необходимо ознакомиться с теорией Ф. Энгельса о роли труда в процессе превращения обезьяны в человека и рассмотреть факторы, способствовавшие этому процессу.

Заключительный вопрос данного раздела — характеристика человеческих рас (европеоидной, монголоидной, негроидной), различающихся некоторыми второстепенными внешними признаками, и доказательство несостоятельности «расовой теории», пытающейся оправдать империалистическую политику угнетения слаборазвитых народов. Следует подчеркнуть полную равноценность всех человеческих рас, относящихся к одному биологическому виду и имеющих общее происхождение.

### Вопросы для самоконтроля

1 Какие научные данные доказывают происхождение человека от животных?

2. Укажите черты сходства и различия человека и человекообразных обезьян.

3. Изложите теорию Ф. Энгельса о роли труда в процессе превращения обезьяны в человека.

4. Какие факторы способствовали превращению обезьяноподобных предков человека в людей?

5. Может ли превратиться в человека современная человекообразная обезьяна?

6. Опишите основные этапы эволюции предков человека.

7. Чем отличались древние люди от древнейших, кроманьонцы от неандертальцев?

8. Каковы были условия и образ жизни людей в течение палеолита и неолита?

9. Почему в процессе антропогенеза естественный отбор постепенно потерял значение ведущего фактора эволюции?

10. В чем заключаются различия между европеоидной, монголоидной и негроидной расами?

11. Приведите доказательства единства происхождения человеческих рас и их принадлежности к одному виду.

12. Что такое «расовая теория» и в чем заключается ее реакционная сущность?

## УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ

Приступая к повторению основных положений учения о клетке (цитологии), уместно вспомнить, что еще в 30-х годах XIX в. немецкие ученые Шлейден и Шванн установили клеточное строение всех растений и животных. Из курсов ботаники и зоологии известно, что тело растений и животных может состоять из одной клетки (одноклеточные организмы) или из многих клеток (многоклеточные).

Следует отметить, что клетке присущи все жизненные функции (ассимиляция, диссимиляция, рост, размножение, наследственность, раздражимость и др.), тогда как отдельные компоненты клетки обладают лишь некоторыми из этих свойств. Поэтому важно подчеркнуть, что именно клетка является структурной и физиологической единицей живых организмов.

Особые биологические объекты, занимающие промежуточное положение между живой и неживой природой, представляют собой вирусы, открытые в 1892 г. Д. И. Ивановским и составляющие в настоящее время объект особой науки — вирусологии. Вирусы размножаются только в клетках растений, животных и человека, вызывая различные заболевания. Группу вирусов, поражающих бактерии, называют бактериофагами или просто фагами. По сравнению с клетками вирусы имеют очень простое строение и состоят из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки. Вне клеток хозяина вирусная частица не проявляет никаких жизненных функций: не питается, не дышит, не растет, не размножается. Обратите внимание

на сущность вирусного заболевания: проникнув в клетку, вирус «подчиняет» ее себе, заставляя вырабатывать вместо обычных клеточных компонентов новые вирусные частицы, что приводит клетку к гибели, а освободившиеся вирусные частицы заражают новые клетки. Следовательно, и в этом случае вирус не обладает самостоятельным обменом веществ, а лишь выполняет роль агента, изменяющего жизнедеятельность клетки хозяина (поэтому нецелесообразно называть вирусы «неклеточными организмами» или «неклеточными существами», более точное название — «неклеточные формы жизни»).

Приступая к изучению строения клетки, обратите внимание на многообразие формы и размеров клеток. Связь между формой клеток и их функциями рассмотрите на примерах из курсов ботаники, зоологии, анатомии человека и животных. Сопоставьте строение клеток растений и животных и укажите их отличительные особенности (на-

Таблица 33. Органоиды клетки

Органоид	Животная клетка	Растительная клетка	Основные функции
Жесткая клеточная стенка	Нет	Есть	Защита цитоплазмы от повреждений, сохранение формы клетки
Ядро	Есть	»	Хранение наследственной информации; биосинтез РНК
Пластиды			
хлоропласты	Нет	»	Фотосинтез
хромопласты	»	»	Придание окраски плодам, лепесткам цветков
лейкопласты	»	»	Накопление запасных веществ (крахмала)
Митохондрии	Есть	»	Дыхание (заключительный этап)
Эндоплазматическая сеть	»	»	Внутриклеточный транспорт веществ
Комплекс Гольджи	»	»	Накопление и выделение продуктов обмена
Рибосомы	»	»	Биосинтез белка
Клеточный центр	»	У большинства нет <sup>1</sup>	Участие в процессе митоза

<sup>1</sup> Клеточный центр обнаружен у низших растений, а у высших (вплоть до голосеменных) — только при образовании сперматозоидов.

Таблица 34. Основные органические вещества живой клетки

Группы веществ	Основные функции
Белки	Структурная, каталитическая, двигательная, защитная, транспортная, энергетическая
Нуклеиновые кислоты	Хранение и передача наследственной информации, участие в биосинтезе белков
Углеводы	Энергетическая, структурная (только в клеточной оболочке растений)
Липоиды Жиры	Структурная Энергетическая

личие в растительной клетке жесткой клеточной стенки, пластид и более сильно развитой системы вакуолей). Подчеркните сложность внутреннего строения клетки и отметьте, что все животные и растительные клетки (кроме более примитивных клеток бактерий) состоят из цитоплазмы с наружной мембраной, ядра, митохондрий, эндоплазматической сети, рибосом, комплекса Гольджи и других органоидов. Рассмотрите их строение и функции. Обратите внимание на то, что во всех клетках сильно развита система биологических мембран, имеющих большое сходство в строении и функциях (наружная цитоплазматическая мембрана, мембраны эндоплазматической сети, комплекса Гольджи, наружные и внутренние мембраны органоидов). Мембраны состоят из двух слоев белка, между которыми располагается слой жироподобных веществ — липоидов.

Необходимо уяснить, что все органоиды клетки, несмотря на особенности их строения и функций, находятся во взаимосвязи и «работают» на клетку как на единую систему, в которой связующим звеном является цитоплазма. Основные функции органоидов клетки приведены в табл. 33.

При изучении химического состава живой клетки подчеркните его сложность и сопоставьте с химическим составом тел неживой природы. Обратите внимание на то, что в количественном отношении первое место в клетке принадлежит воде, однако главную роль в процессах жизнедеятельности играют высокомолекулярные соединения — биологические полимеры (белки и нуклеиновые кислоты). Подробно рассмотрите строение и биологическую роль химических компонентов клетки (вода, минеральные соли, белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, жиры и липоиды, макроэргические соединения — АТФ). Краткие сведения об основных функциях органических веществ приведены в табл. 34.

Обратите внимание на использование различных органических веществ в клетке: одни из них выступают в роли

строительного материала, участвующего в образовании клеточных структур (белки, нуклеиновые кислоты, липоиды, клетчатка), другие служат энергетическим материалом, при окислении которого в процессе дыхания освобождается энергия (простые углеводы, жиры, некоторые белки) и т. д. Часть органических веществ откладывается в запас, который по мере надобности может расходоваться на процессы биосинтеза необходимых клетке соединений или использоваться как энергетический материал.

Таблица 35. Нуклеиновые кислоты

Название кислоты	Углевод	Азотистые основания	Молекулярная структура
Рибонуклеиновая (РНК)	Рибоза $C_5H_{10}O_5$	Аденин (А) Гуанин (Г) Цитозин (Ц) Урацил (У)	Одна полинуклеотидная цепь
Дезоксирибонуклеиновая (ДНК)	Дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$	Аденин (А) Гуанин (Г) Цитозин (Ц) Тимин (Т)	Две комплементарные друг другу полинуклеотидные цепи

Следует особо подчеркнуть многообразие функций белка, среди которых на первом месте стоит участие белков в построении цитоплазмы и ее органоидов. Дайте описание каталитической, двигательной, защитной, транспортной и энергетической функций белков. Ознакомьтесь с образованием пептидных связей, а также с первичной, вторичной и третичной структурой молекул белка. Попытайтесь объяснить причины большого разнообразия белков.

Нужно детально разобраться в структуре нуклеиновых кислот (табл. 35) и их функциях. Особое внимание обратите на принцип комплементарности в построении молекул ДНК: аденину одной полинуклеотидной цепи соответствует тимин другой цепи, гуанину — цитозин. Запомните, что последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК определяет (кодирует) последовательность аминокислот в молекулах белков.

Необходимо знать, как происходит редупликация (удвоение) молекул ДНК, транскрипция (биосинтез РНК на матрице ДНК) и трансляция (биосинтез белка в рибосомах на матрице и-РНК). Эти важнейшие процессы, характерные для всех живых организмов, достаточно подробно описаны в учебнике «Общая биология». Внимательно рассмотрите помещенные в учебнике иллюстрации, на которых изображены схемы всех трех названных процессов. Не забудьте отметить, что синтез ДНК, РНК и белка, как



В заключение нужно отметить, что бескислородный распад глюкозы до пировиноградной или молочной кислоты дает мало энергии — около 50 ккал (200 кДж на 1 моль глюкозы), тогда как при полном окислении освобождается много энергии (686 ккал = 2862 кДж). Около половины этой энергии аккумулируется в молекулах АТФ (2 АТФ при гликолизе и брожении, 38 — при дыхании), а остальное количество энергии теряется в виде тепла.

Таблица 36. Способы углеродного питания

Тип питания	Источник углерода	Группы организмов
Автотрофный: фотосинтез хемосинтез	CO <sub>2</sub> CO <sub>2</sub>	Зеленые растения Нитрифицирующие, серные и железобактерии
Гетеротрофный	Органические вещества	Животные, грибы, большинство бактерий

Жизнь любой клетки связана с постоянным расходом органических веществ на построение клеточных структур, на дыхание и другие процессы, протекающие в своей основе весьма сходно как в животных, так и в растительных клетках. В то же время источники органических веществ могут быть для разных клеток неодинаковыми. Обратите внимание на коренное отличие гетеротрофных клеток, получающих с пищей готовые органические вещества, от автотрофных, которые самостоятельно синтезируют органические вещества из минеральных (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и минеральных солей). Источником энергии для автотрофного усвоения CO<sub>2</sub> служит свет (у фотосинтезирующих клеток) или химическая энергия (у хемосинтезирующих бактерий).

Классификация организмов по способу углеродного питания приведена в табл. 36.

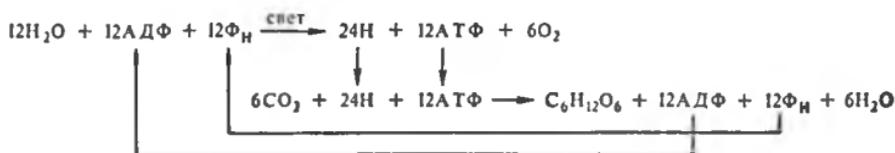
Отвечая на вопрос об особенностях обмена веществ в растительной клетке, следует отметить ее способность синтезировать все необходимые для жизнедеятельности органические вещества из минеральных (вспомните описанный в курсе ботаники метод водных культур: растение прекрасно растет на растворе минеральных солей и не нуждается в добавлении каких бы то ни было органических веществ).

Нужно иметь четкое представление о том, как зеленое растение осуществляет свою главную функцию — фотосин-

тез. Фотосинтез происходит в хлоропластах, содержащихся в клетках мякоти листа, а также в клетках зеленых плодов и коры молодых зеленых стеблей. Рассматривая строение хлоропластов, следует обратить внимание на их сложную внутреннюю структуру, представленную большим количеством мембран. Благодаря такому строению сильно увеличивается внутренняя поверхность пластид, что способствует успешному течению реакций фотосинтеза.

Приступая к изучению механизма фотосинтеза, необходимо обратить внимание на сложность и многоступенчатость этого процесса, включающего световые и темновые реакции. Световые реакции идут только на свету. «Темновые» реакции названы так не потому, что они происходят в темноте (этого можно достичь только в лабораторных опытах, а в естественных условиях они идут, конечно, на свету), а потому, что они осуществляются без непосредственного участия световой энергии.

Различают две фазы фотосинтеза: световую и темновую. Во время первой фазы световая энергия, поглощенная хлорофиллом, преобразуется в химическую, в результате чего из воды возникают активный водород и молекулярный кислород, а из АДФ и неорганического фосфата ( $\Phi_n$ ) — богатые энергией молекулы АТФ. Сущность темновой фазы заключается в восстановлении углекислоты водородом воды, разложившейся при прохождении световой фазы; этот процесс идет с затратой энергии, источником которой служит АТФ. Световая и темновая фазы идут в строгой последовательности. Тесную взаимосвязь обеих фаз фотосинтеза можно показать в виде схемы:



Из схемы видно, что образовавшийся при разложении воды активный водород (при участии особых веществ — переносчиков) и АТФ передаются на реакции темновой фазы, а возникающие в результате темновой фазы АДФ и  $\Phi_n$  могут вновь принимать участие в световых реакциях следующего цикла. Побочный продукт фотосинтеза — молекулярный кислород выделяется через устьица в атмосферу, а сахар служит исходным материалом для биосинтеза всех остальных органических веществ растения.

Хемосинтез был открыт в 1888 г. знаменитым русским микробиологом С. Н. Виноградским, который показал, что некоторые бактерии способны ассимилировать углекислоту

в темноте. В отличие от фотосинтеза хемосинтез представляет собой процесс, в котором для усвоения  $\text{CO}_2$  используется не световая, а химическая энергия. Известно несколько групп хемосинтезирующих бактерий, из которых наибольшее значение имеют нитрифицирующие, серобактерии и железобактерии. При окислении этими бактериями неорганических веществ выделяется энергия, которая используется ими на синтез органических соединений. Например, нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак сначала до азотистой кислоты, а затем до азотной:



Серобактерии получают энергию, окисляя сероводород до сульфатов, а железобактерии превращают закисные соли железа в окисные. Освобожденная энергия аккумулируется в клетках хемосинтезирующих бактерий в форме АТФ. Процесс хемосинтеза, при котором из  $\text{CO}_2$  образуется органическое вещество, протекает сходно с темновой фазой фотосинтеза. Источником активного водорода для восстановления  $\text{CO}_2$  служат либо окисляемые бактериями вещества (аммиак, сероводород), либо молекулы воды.

Процесс нитрификации нельзя рассматривать как перевод недоступных для растений соединений азота в доступные: аммиак легко образует в почве аммонийные соли, которые усваиваются растениями так же хорошо, как и нитраты.

К сказанному в учебнике о роли бактерий-хемосинтетиков можно добавить, что благодаря их жизнедеятельности в природе могут накапливаться большие залежи нитратов (селитры) и гидрата окиси железа (болотной руды).

Всем живым организмам и отдельным клеткам присуще важное свойство — раздражимость. В учебнике «Общая биология» довольно удачно подобраны примеры раздражимости у растений и животных. Много внимания уделяется этому вопросу и в курсе анатомии и физиологии человека при описании рефлексов. Однако приводимое в учебнике определение раздражимости как «способности отвечать на воздействия внешней среды определенными реакциями» нуждается в уточнении. Необходимо подчеркнуть, что далеко не всякий ответ организма на внешнее воздействие можно считать раздражимостью. Если, например, при повышении температуры усиливается рост или при увеличении освещенности ускоряется фотосинтез, то эти явления, связанные с непосредственным использованием клетками энергии, поступающей из внешней среды, не следует считать раздражимостью. Только в том случае, когда раздражитель (свет, изменение температуры, механические или химические воздействия и т. п.) выполняет роль «толчка», приводящего в действие внутренние механизмы, а сами ответные реакции

(например, движение или работа пищеварительных желез) осуществляются за счет внутриклеточной энергии АТФ, источником которой служат процессы диссимиляции, имеет место явление раздражимости. Следует обратить внимание на многообразие внешних факторов, вызывающих соответствующие реакции организмов; показать различие в реакциях, возникающих в ответ на действие раздражителей у одноклеточных организмов и у многоклеточных растений и животных. Так, у животных посредником между окружающей средой и организмом служит нервная система, которая через рецепторы воспринимает раздражения и обеспечивает тонкое и разнообразное реагирование на изменения внешней среды (рефлексы). Простейшим организмам (амеба, эвглена, инфузории, многие одноклеточные водоросли, бактерии) свойственны таксисы, которые заключаются в активном перемещении их в пространстве. Таксисы наблюдаются также у мужских гамет (сперматозоидов). Тропизмы характерны для растений и представляют собой ростовые движения отдельных органов по отношению к внешним раздражителям. Например, если одна сторона органа растет быстрее (при неравномерном освещении, водоснабжении и т. п.), то она становится выпуклой, а орган изгибается в противоположном направлении. Таким образом, движение организмов или их органов представляет собой активную реакцию на внешние воздействия. Обратите внимание на то, что характер движений может быть неодинаковым: 1) движение, связанное с ростом отдельных органов (тропизмы у растений), 2) движение органоидов внутри клетки, 3) перемещение одноклеточных организмов в жидкой среде (таксисы) посредством амебоидного, ресничного или жгутикового движения, 4) мышечные движения, осуществляемые благодаря сокращению миофибрилл.

Деление — важное свойство растительных и животных клеток, благодаря которому весь материал делящейся клетки (материнской) распределяется между двумя дочерними. Основная форма деления клеток — митоз. Необходимо подчеркнуть, что митоз представляет собой сложный процесс, который требует затраты внутриклеточной энергии (АТФ). Его биологическое значение состоит в том, что ядерный материал точно распределяется между дочерними клетками, благодаря чему поддерживается постоянный набор хромосом в клетках, свойственный каждому виду животных и растений. Это обеспечивает сходство дочерних и родительских клеток. Обратите внимание на то, что значительную часть жизненного цикла клетки занимает интерфаза, т. е. период между делениями. В интерфазе происходит рост клетки, синтез белков и АТФ и подготовка к митозу: все клеточные компоненты удваиваются, молекулы ДНК раскручиваются и редулицируются. Эти процессы, а также

все фазы митоза хорошо описаны в учебнике «Общая биология». Внимательно рассмотрите рисунки, иллюстрирующие цикличность периодов интерфазы и митоза, строение хромосом и их поведение при прохождении фаз деления клетки. Основные процессы, характеризующие этапы митотического цикла, показаны в табл. 37.

Таблица 37. Митотический цикл

Этапы митотического цикла	Процессы, происходящие в клетке	Состояние хромосом
Интерфаза	Синтез белков, РНК, АТФ, редупликация ДНК, удвоение количества органоидов; завершение роста клетки	Отдельные хромосомы неразличимы
Профаза	Деление и расхождение центриолей к полюсам клетки, образование нитей ахроматинового веретена; исчезновение ядрышка, растворение ядерной оболочки	Спирализация (закручивание) хромосом, уплощение и укорачивание их; все хромосомы двойные
Метафаза	Завершение формирования ахроматинового веретена, прикрепление ахроматиновых нитей к хромосомам	Перемещение удвоенных хромосом к центру клетки; образование экваториальной пластинки
Анафаза	Снижение вязкости цитоплазмы; сокращение нитей веретена	Расхождение хроматид к полюсам клетки
Телофаза	Образование двух дочерних ядер с прежним набором хромосом, ядерной оболочкой и ядрышком; деление цитоплазмы — образование двух клеток	Деспирализация (раскручивание) и вытягивание хромосом; отдельные хромосомы становятся неразличимыми

Нужно кратко охарактеризовать процесс прямого деления (амитоз), при котором не происходит образования генетически равноценных клеток, так как клеточные компоненты распределяются неравномерно. Амитоз встречается у больных и поврежденных клеток, а также в некоторых специализированных тканях: у растений — в эндосперме, у животных — в печени, хрящах, роговице глаза.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Почему клетка считается основной структурной и физиологической единицей живых организмов?

2. Когда и кем была сформулирована клеточная теория? Каковы основные положения клеточной теории?
3. Каковы строение, химический состав и способ размножения вирусов?
4. Приведите примеры болезней человека, животных и растений, возбудителями которых являются вирусы.
5. Какую группу вирусов называют бактериофагами?
6. Опишите строение и функции структурных компонентов клетки: цитоплазмы и ее наружной мембраны, ядра, митохондрий, пластид, эндоплазматической сети, рибосом, комплекса Гольджи, лизосом, клеточного центра.
7. Что такое включения? Почему включения нельзя считать органоидами клетки?
8. В чем состоят различия в строении растительных и животных клеток?
9. Перечислите основные органические и неорганические вещества, входящие в состав живой клетки.
10. Какова роль воды в жизнедеятельности клетки?
11. Что такое аминокислоты? Как образуется пептидная связь?
12. Опишите строение и свойства белков. Что такое первичная, вторичная и третичная структура белка?
13. Какие функции выполняют белки в живом организме? Что такое ферменты и какова их роль?
14. Охарактеризуйте биологическое значение углеводов, жиров и липоидов.
15. Опишите строение нуклеиновых кислот. Сопоставьте структуру молекул ДНК и РНК.
16. В чем заключается принцип комплементарности? Как происходит репликация ДНК?
17. Опишите процесс транскрипции (биосинтез РНК).
18. Что такое код ДНК?
19. Как происходит биосинтез белка? Какова роль в этом процессе транспортных и информационных РНК?
20. Дайте общую характеристику обмена веществ и энергии в живой клетке. Что такое ассимиляция и диссимиляция?
21. Как происходит освобождение энергии при расщеплении органических веществ в живой клетке? Чем отличается дыхание от брожения?
22. Что такое АТФ и каково биологическое значение этого вещества?
23. Каковы особенности обмена веществ в растительной клетке?
24. Какова роль хлорофилла и солнечного света в процессе фотосинтеза?
25. Охарактеризуйте световую и темновую фазы фотосинтеза.
26. Что такое хемосинтез? В чем заключается сходство и отличие процессов фотосинтеза и хемосинтеза?
27. Приведите примеры хемосинтезирующих бактерий и опишите химические реакции, служащие источником энергии для этих бактерий.
28. Что такое раздражимость? Опишите ответные реакции на действие различных раздражителей у одноклеточных организмов и у многоклеточных растений и животных.

29 Охарактеризуйте основные типы движения клеток амебоидное, ресничное, жгутиковое и мышечное.

30. Как происходит деление клеток? Чем отличается митоз от амитоза?

31. Опишите фазы митоза. Какие процессы происходят в клетке во время интерфазы? Охарактеризуйте поведение хромосом при прохождении клеткой фаз митотического цикла.

## РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

Важное свойство всех организмов — размножение, обеспечивающее поддержание жизни вида. Необходимо знать три основных способа размножения: 1) вегетативное — развитие новой особи из какой-либо части, отделившейся от материнского организма (например, почек у гидры, луковиц, клубней, корневищ, черенков у высших растений, частей вегетативного тела у водорослей, грибов, лишайников), 2) бесполое — развитие новой особи из одной специальной клетки — споры (характерно для всех споровых растений), 3) половое — развитие новой особи из зиготы, образующейся в результате слияния двух половых клеток (гамет). Разновидностью полового размножения является и характерное для голосеменных и покрытосеменных растений размножение семенами, в которых содержится зародыш, возникший в результате полового процесса (слияния яйцеклетки и спермия).

Важно проследить эволюцию полового процесса от простого слияния двух одноклеточных организмов до образования специализированных гамет, сначала одинаковых, а затем резко отличающихся друг от друга. крупной неподвижной яйцеклетки и мелкого подвижного сперматозоида.

Мейоз — один из важнейших общебиологических процессов, предшествующий образованию половых клеток. Без знания мейоза невозможно не только понять биологический смысл полового процесса, но и разобраться в основных законах генетики. Рассмотрите этапы мейоза, обратив внимание на главную особенность этого процесса, заключающуюся в уменьшении числа хромосом в 2 раза. Сопоставьте мейоз с обычным делением клеток (митозом), отметив различия между ними: 1) митоз состоит из одного деления клетки, а мейоз — из двух, одно из которых является редукционным<sup>1</sup>, т. е. приводит к уменьшению (редукции) числа хромосом; 2) при митозе

---

<sup>1</sup> От латинского — «редукцио» — уменьшение.

каждое деление клетки связано с синтезом ДНК и репродукцией хромосом, тогда как при мейозе клетка делится дважды, а хромосомы репродуцируются только один раз, вследствие чего из одной диплоидной материнской клетки образуются четыре гаплоидные; 3) при мейозе гомологичные (полученные от отца и от матери) хромосомы соединяются в пары, причем происходит их перекрест и обмен генами между ними (в митозе этого не наблюдается); 4) при мейозе из каждой пары гомологичных хромосом одна отходит к одному полюсу клетки, а вторая — к другому, тогда как при митозе расходятся хроматиды (половинки хромосом).

Рассмотрите процесс формирования половых клеток (гаметогенез) у животных, обратив внимание на то, что уменьшение числа хромосом происходит на последнем этапе овогенеза и сперматогенеза. Следует отметить, что у высших растений мейоз осуществляется не при формировании гамет, а на более раннем этапе развития — при образовании спор (у покрытосеменных — при образовании пыльцы и зародышевого мешка).

Нужно разобраться, как происходит оплодотворение у разных групп животных и растений. Вспомните описанный в курсе ботаники процесс двойного оплодотворения, характерный для покрытосеменных растений. Необходимо подчеркнуть большое биологическое значение оплодотворения, обеспечивающего восстановление двойного (диплоидного) набора хромосом и объединяющего наследственные свойства отца и матери.

Опишите развитие оплодотворенной яйцеклетки у животных, отметив стадии бластулы, гаструлы, образования зародышевых листков и формирования из этих листков тканей и органов зародыша. У разных групп животных из эктодермы, мезодермы и энтодермы развиваются различные органы. В табл. 38 приведены данные, относящиеся к позвоночным.

*Таблица 38. Закладка органов из зародышевых листков у позвоночных*

Зародышевые листки	Органы
Эктодерма	Покровный эпителий, нервная система, органы чувств
Мезодерма	Скелет, мышцы, кровеносная система, почки
Энтодерма	Хорда, эпителий кишечника, поджелудочная железа, легкие

## Вопросы для самоконтроля

1. Сопоставьте процессы вегетативного, бесполого и полового размножения.

2. В чем заключается процесс оплодотворения и каково его биологическое значение?

3. Что такое гаметы и зигота? Чем отличается спермий семенных растений от сперматозоида?

4. Каким образом обеспечивается сохранение из поколения в поколение диплоидного набора хромосом?

5. Чем отличается мейоз от митоза? Проследите поведение хромосом в процессе мейоза.

6. Как происходит образование половых клеток у животных? На каком этапе овогенеза и сперматогенеза происходит редукция числа хромосом?

7. Опишите процесс развития оплодотворенного яйца у животных. Чем отличается гастрюла от бластулы?

8. Как образуются зародышевые листки? Какие органы развиваются у позвоночных животных из эктодермы, мезодермы и энтодермы?

## ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Приступая к повторению основ генетики, необходимо прежде всего восстановить в памяти следующие вопросы, рассмотренные в предыдущих разделах: структура клеточного ядра, понятие о диплоидном и гаплоидном наборе хромосом и о гомологичных парах хромосом в диплоидных клетках, структура и функции нуклеиновых кислот, матричный принцип редупликации ДНК, генетический код ДНК, процессы транскрипции и трансляции, митоз и мейоз.

Далее нужно твердо усвоить некоторые генетические термины:

**наследственность** — способность организмов передавать следующему поколению свои признаки и свойства, т. е. способность воспроизводить себе подобных;

**ген** — участок молекулы ДНК, несущий информацию о структуре одного белка (в простейшем случае ген определяет развитие одного признака по цепи: ген — и-РНК — белок — признак, однако нередко один ген влияет на развитие нескольких признаков, а отдельные признаки определяются многими генами);

**генотип** — совокупность наследственной информации, закодированной в генах;

**онтогенез** — развитие особи от зиготы или споры до естественной смерти, реализация генетической информации в процессе индивидуального развития;

**фенотип** — конечный результат проявления генотипа, т. е. совокупность всех признаков организма, сформировавшихся в процессе онтогенеза в данных условиях среды;

**изменчивость** — способность организмов изменять свои признаки и свойства; различают изменчивость фенотипическую (модификационную) и генотипическую, к которой относятся мутационная и комбинативная изменчивость (последняя возникает в результате гибридизации);

**модификации** — изменения фенотипа, возникающие под влиянием изменений внешних условий и не связанные с изменением генотипа;

**норма реакции** — пределы модификационной изменчивости данного признака;

**мутации** — изменения генотипа, вызванные структурными изменениями генов или хромосом;

**аллели** — различные формы одного и того же гена;

**гомозиготные особи** — особи, содержащие в гомологичных хромосомах идентичные аллели (AA или aa);

**гетерозиготные особи** — особи, содержащие разные аллели (Aa или aA) и обнаруживающие ту или иную степень доминирования одной из аллелей (доминантной) над другой (рецессивной);

**рецессивный признак** — признак, проявляющийся только при гомозиготности рецессивной аллели (aa);

**полиплоидия** — кратное гаплоидному набору увеличение количества хромосом в клетке ( $3n$ ,  $4n$  и более).

Усвоив основные понятия генетики, нетрудно разобраться в отдельных вопросах программы. Важно еще раз подчеркнуть, что наследуются не признаки как таковые, а генотип. Поэтому если генотипически одинаковые особи развиваются в разных условиях, то они могут различаться фенотипически (изменяясь в пределах нормы реакции). В то же время один и тот же фенотип могут иметь генотипически разные организмы (например, гомозиготный AA и гетерозиготный Aa).

Рассматривая гибридологический метод изучения наследственности, подробно опишите опыты Менделя по моногибридному и дигибриднему скрещиванию и дайте объяснение установленных им закономерностей (единообразие первого поколения и расщепление в определенных числовых отношениях во втором поколении). Особое внимание следует уделить предложенной Менделем гипотезе «чистоты гамет», называемой в настоящее время законом, который гласит, что аллельные гены, полученные гибридом от отца и матери, расходятся по разным гаметам, не смешиваясь друг с другом. С открытием мейоза этот закон получил полное цитологическое подтверждение: в каждую гамету попадает только одна из гомологичных хромосом, а следовательно, только один из аллельных генов. Разберите каждый опыт по гибридизации, иллюстрируя ответ таблицами с использова-

нием буквенных символов, и проанализируйте особи второго поколения по генотипам и фенотипам.

Говоря о расщеплении признаков при дигибридном скрещивании, необходимо подчеркнуть, что закон независимого распределения генов (второй закон Менделя) справедлив только в тех случаях, когда разные (неаллельные) гены находятся в разных (негомологических) хромосомах. Поскольку в каждой хромосоме содержится много генов, признаки, обусловленные этой группой генов, будут наследоваться вместе (закон сцепления генов, установленный автором хромосомной теории наследственности Т. Морганом). Однако нужно отметить, что сцепление генов не является абсолютным: как показали исследования Моргана, в процессе мейоза, когда материнские и отцовские гомологичные хромосомы соединяются в пары, может происходить их перекрест, приводящий к обмену генами. В этом случае некоторые гены, находившиеся ранее в одной хромосоме, оказываются в разных гомологичных хромосомах и при мейозе попадают в разные гаметы. Перекрест хромосом играет определенную роль в эволюции, так как новое сочетание генов вызывает появление новых признаков, которые могут оказаться полезными или вредными для организмов и повлиять на их выживаемость.

Отвечая на вопрос о генетическом определении пола, нужно отметить наличие у представителей одного пола двух одинаковых половых хромосом (XX), а у другого пола — двух разных (XY) или только одной половой хромосомы (X).

Переходя к изложению основ селекции, необходимо дать определение этой науки, которая разрабатывает на основе достижений генетики теорию и методы выведения новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов. Приведите примеры выдающихся достижений советских селекционеров.

Современная селекция использует различные методы: 1) изучение существующего многообразия видов, пород и сортов для использования в качестве исходного материала для селекции, 2) искусственное получение мутаций путем воздействия рентгеновскими лучами и химическими мутагенами, 3) гибридизация, 4) искусственный отбор особей или группы особей, обладающих желательными для селекционера признаками, 5) использование полиплоидии и др.

Говоря об исходном материале для селекции растений, следует остановиться на учении Н. И. Вавилова о географических центрах многообразия культурных растений. Метод искусственного получения мутаций, обогащающий исходный материал новыми наследственными

формами, оказался особенно эффективным при выделении высокопродуктивных штаммов микроорганизмов (потомства отдельных мутировавших клеток). Что касается использования этого метода в селекции растений и животных, то здесь необходимо отметить ряд трудностей: 1) мутации являются ненаправленными и в большинстве случаев оказываются вредными для организма или даже вызывают его гибель (летальные мутации), 2) мутации, как правило, рецессивны и в гетерозиготном состоянии фенотипически не проявляются.

Необходимо знать, что такое гибридизация и какова роль этого метода в селекционной работе. Опишите явления гетерозиса (гибридной мощности) у межлинейных гибридов кукурузы и межпородных гибридов животных. Приведите примеры отдаленных (межвидовых и межродовых) гибридов растений и животных. Укажите причины бесплодия большинства этих гибридов (нарушение мейоза вследствие несовместимости хромосом родительских форм) и способы его преодоления.

При описании методов работы И. В. Мичурина нужно подчеркнуть, что материалом для выведения большинства его выдающихся сортов служили гибриды географически удаленных форм (французских и дальневосточных, американских и сибирских и т. п.), а также межвидовые и межродовые гибриды. Чрезвычайно важным в работе Мичурина было направленное воспитание, т. е. управление доминированием у гибридных сеянцев путем регулирования условий среды. Например, выращивание на бедной песчаной почве гибридов, полученных от скрещивания местных и южных сортов, способствовало развитию их морозостойкости. Мичурин широко использовал также метод соединения посредством прививки молодого гибрида с взрослым растением (ментором), передающим сеянцу некоторые полезные свойства. В заключение отметим, что выведенные Мичуриным сорта плодовых являются гетерозиготными по многим генам, вследствие чего их можно сохранить только путем вегетативного размножения, тогда как при семенном размножении их свойства утрачиваются вследствие расщепления.

### Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте генетику как науку. Каковы задачи и методы генетики?
2. Какое значение имеет генетика для сельского хозяйства и медицины?
3. В чем заключается гибридологический метод изучения наследственности?
4. Перечислите основные закономерности наследования признаков, установленные Менделем.

5. Опишите результаты опытов Менделя по моногибридному и дигибридному скрещиванию гороха.

6. Сколько получается различных генотипов и фенотипов во втором поколении при моногибридном скрещивании?

7. Сколько типов гамет образуют моногибрид и дигибрид?

8. Какие признаки называют доминантными, а какие рецессивными?

9. Почему особи, обладающие доминантным признаком, могут относиться к разным генотипам, тогда как все особи, обладающие рецессивным признаком, генотипически одинаковы?

10. Чем отличаются гомозиготные организмы от гетерозиготных?

11. Как установить, является ли организм гомозиготным или гетерозиготным по какому-то признаку? Что такое анализирующее скрещивание?

12. Что такое закон «чистоты гамет» и каковы его цитологические основы?

13. Дайте определение понятий ген, генотип, фенотип.

14. Какова роль условий среды в развитии и проявлении признаков? Что такое норма реакции?

15. Что такое изменчивость? Чем отличается модификационная изменчивость от мутационной?

16. Какую роль в эволюционном процессе играют мутации?

17. Опишите хромосомный механизм определения пола у человека и животных.

18. Перечислите основные методы селекции растений, животных и микроорганизмов.

19. Какое значение в селекции растений имеют явления гетерозиса и полиплоидии?

20. Что такое отдаленная гибридизация? Какие затруднения встречаются при отдаленной гибридизации? Чем объясняется бесплодие большинства отдаленных гибридов?

21. Опишите методы селекционно-генетической работы И. В. Мичурина. Что такое ментор?

22. Назовите основные центры многообразия и происхождения культурных растений, установленные Н. И. Вавиловым.

## ОРГАНИЗМ И СРЕДА

Последний раздел программы посвящен основам экологии — науке о взаимоотношениях между живыми организмами и окружающей средой. Необходимо отметить, что экология изучает две главные проблемы: 1) влияние условий среды на отдельные организмы, 2) взаимодействие с внешней средой биоценозов — устойчивых экологических систем (сообществ), состоящих из представителей многих видов животных, растений и микроорганизмов. Велика роль экологии и в решении важнейших вопросов развития биосферы Земли в целом.

Условия окружающей среды, прямо или косвенно влияющие на живые организмы, называют экологическими факторами. Различают факторы: 1) абиотические (неживой природы) — свет, температура, влажность почвы и воздуха,

химический состав почвы, воды, атмосферы и др., 2) биотические — различные внутривидовые и межвидовые отношения организмов, 3) антропогенные — влияние деятельности человека на живую природу.

Рассматривая действие отдельных экологических факторов, необходимо помнить, что они влияют на живые организмы не только прямо, но и косвенно, через изменение других факторов. Очень важны для экологии понятия об оптимуме (наиболее благоприятной интенсивности данного фактора) и об ограничивающих факторах: из многих факторов, влияющих на тот или иной процесс, ограничивающим становится тот, интенсивность которого наименьшая (по отношению к оптимальной величине). Например, во время засухи низкое содержание влаги ограничивает процессы жизнедеятельности, как бы ни были благоприятны все остальные факторы.

Один из центральных вопросов экологии — изучение приспособлений (адаптаций) живых организмов к условиям внешней среды, вырабатываемых в процессе естественного отбора.

Необходимо подчеркнуть тесное взаимодействие между живыми организмами и окружающей их средой: животные, растения и микроорганизмы не только испытывают влияние разнообразных экологических факторов, но и сами в процессе своей жизнедеятельности сильно изменяют внешнюю среду. При рассмотрении любого экологического вопроса нужно широко использовать знания, полученные при изучении предыдущих разделов программы (особенно ботаники, зоологии и эволюционного учения), и уметь приводить соответствующие примеры.

Программой предусмотрено изучение экологической роли температуры, света, кислорода, влаги и других абиотических факторов. Эти вопросы изложены в учебнике довольно подробно, в связи с чем ограничимся небольшими замечаниями.

Характеризуя температурный фактор, следует отметить тесную зависимость от температуры пойкилотермных организмов (у которых температура тела уравнивается с температурой окружающей среды) и значительно более слабое влияние температуры на гомойотермных (теплокровных) животных. Рассматривая влияние сезонных изменений температуры на жизнедеятельность организмов, отметим, что зимние холода (ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ), а также слишком высокие температуры делают невозможной активную жизнедеятельность растений и пойкилотермных животных и нередко вызывают их гибель. В связи с этим географическое распространение растений и животных в значительной мере зависит от их холодостойкости и жароустойчивости. Следует подчеркнуть, что в теплое время

года организмы не обладают холодостойкостью, которая приобретается только при постепенном понижении температуры (процесс закаливания), а весной утрачивается. Наибольшей устойчивостью к низким температурам и другим неблагоприятным факторам отличаются организмы или их части, находящиеся в состоянии покоя (почки, семена, споры, зимующие формы пойкилотермных животных). От периода покоя растений и пойкилотермных животных следует отличать спячку некоторых млекопитающих — приспособление не столько к низкой температуре, сколько к зимней бескормице.

Роль света в жизнедеятельности организмов весьма разнообразна. Во-первых, свет — источник энергии для фотосинтеза зеленых растений (здесь уместно вкратце охарактеризовать сущность и значение фотосинтеза), во-вторых, огромно значение теплового действия солнечных лучей; в-третьих, свет — регулятор многих процессов жизнедеятельности, в первую очередь поведения животных, обладающих рецепторами света (органами зрения). Чередование светлого и темного периодов суток, закономерно изменяющаяся в течение года долгота дня оказывают большое влияние на сезонные ритмы жизнедеятельности различных организмов. Это явление, называемое фотопериодизмом, необходимо проиллюстрировать примерами из жизни растений и животных (влияние долготы дня на переход в состояние покоя, на цветение растений, на сезонные явления в поведении птиц и т. п.).

Роль молекулярного кислорода в жизни подавляющего большинства организмов (животных, растений и аэробных микроорганизмов) очевидна, так как он необходим для дыхания клеток (здесь следует сказать о сущности и значении процесса дыхания, снабжающего энергией живые клетки). Обычное содержание кислорода в атмосфере (21%) обеспечивает нормальный процесс дыхания всех наземных организмов. Проточная вода и вода прибрежной зоны также содержит, как правило, достаточно растворенного кислорода, количество которого постоянно пополняется благодаря фотосинтезу водных растений. Однако под слоем стоячей воды, в иле на дне водоемов и в слишком плотной почве содержание кислорода может оказаться настолько низким, что дыхание станет невозможным; в таких условиях могут жить только анаэробные микроорганизмы, в клетках которых энергия освобождается в процессе брожения (вспомните уравнения спиртового и молочнокислого брожения).

Переходя к рассмотрению влажности среды как экологического фактора, следует подробно рассказать о роли воды в жизнедеятельности организмов. Отметим неравномерность распределения воды в различных географических

зонах, необходимо показать на соответствующих примерах, что в засушливых условиях могут жить только те растения и животные, которые обладают теми или иными приспособлениями для перенесения недостатка влаги.

Важный экологический фактор — соленость среды, т. е. содержание в ней растворимых солей. Минеральные соли служат источником питания растений, поэтому при их недостатке в почве весьма эффективно внесение минеральных удобрений, содержащих азот, фосфор, калий и другие необходимые для растений элементы. Однако избыток растворимых солей, наблюдающийся на засоленных почвах, губительно действует на растения. Обратите внимание на приспособленность водных растений и животных к солёности среды, в которой они обитают (у пресноводных — к низкой, у морских — к высокой), что в первую очередь связано с различной концентрацией растворенных веществ в клетках этих организмов.

Одна из важнейших задач экологии — изучение строения и развития биоценозов — сообществ живых организмов, населяющих однородные участки природы и характеризующихся определенным видовым составом. Вопрос о зональности в распространении животных и растений — географической (тундра — хвойный лес — лиственный лес — степь — пустыня) и вертикальной (степь — лиственный лес — хвойный лес — альпийские луга) нужно увязать с зональностью климатических условий и показать, какие абиотические факторы определяют типы биоценозов в разных зонах.

Необходимо разобраться в тех сложных взаимоотношениях, которые складываются в биоценозе между населяющими его организмами. Охарактеризуйте формы биотических связей и приведите соответствующие примеры. Обратите внимание на то, что конкуренция может быть как внутривидовой, так и межвидовой, тогда как хищничество, паразитизм и симбиоз характеризуют отношения между представителями разных видов. Опишите цепи питания в различных типах биоценозов и объясните, почему эти цепи всегда начинаются с зеленых растений.

Важный вопрос программы — характеристика биосферы Земли и ее роли в жизни человеческого общества. Вспомните, что учение о биосфере создал В. И. Вернадский, который понимал под биосферой ту тонкую оболочку Земли, в которой все процессы протекают под прямым воздействием живых организмов. Следует отметить, что биосфера состоит из множества биогеоценозов — совокупностей биоценозов и физико-географической среды соответствующих участков природы. Необходимо вскрыть значение круговорота веществ, постоянно происходящего в биосфере, для поддержания жизни на Земле.

Необходимо остановиться на вопросе о значении для развития биосферы хозяйственной деятельности человека, возрастающее влияние которой на природные процессы ставит перед человечеством новые, очень серьезные проблемы. При этом не следует думать, что забота об окружающей нас среде должна заключаться в сохранении природы в неизменном виде (эта задача ставится только в заповедниках, а в отношении всей биосферы совершенно нереальна). Человек неизбежно вмешивается в жизнь природы, но это вмешательство не должно нарушать тех соотношений в биосфере, которые сложились в ней за миллионы лет эволюции. В заключение отметьте важную задачу советской науки — разработку научных основ охраны и преобразования природы в целях лучшего использования природных ресурсов.

### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные абиотические и биотические факторы среды.
2. Какова роль температуры, света, кислорода, влажности и солености среды в жизнедеятельности организмов?
3. Как влияют сезонные изменения внешних условий на жизнь растений и животных?
4. Как переживают холодное время года гомойотермные (теплокровные) и пойкилотермные животные?
5. Опишите явление фотопериодизма у растений и животных.
6. Что определяет зональность в распространении животных и растений? Перечислите основные географические зоны СССР
7. Опишите явления конкуренции, хищничества, паразитизма и симбиоза как форм биотических связей. Приведите примеры.
8. Что такое биоценоз? Приведите примеры природных биоценозов.
9. Охарактеризуйте взаимоотношения живых организмов в биоценозах. Составьте схемы пищевых цепей лиственного леса и пресного водоема.
10. Как происходят изменения в биоценозах? Приведите примеры смены биоценозов.
11. Что такое биосфера и каковы ее границы?
12. Охарактеризуйте круговорот веществ, происходящий в биосфере.
13. Какова роль хозяйственной деятельности человека в биосфере?
14. К каким последствиям приводит истребление лесов?
15. Какова роль биологической науки в деле охраны и преобразования природы?

25 коп.

