

# ЦАРСТВО ЖИВОТНЫЕ (ЗООЛОГИЯ)

Наука о животном мире — зоология, она изучает строение, поведение, размножение, развитие животных, их происхождение и эволюцию, значение в природе и жизни человека.

Животные отличаются от растений своей подвижностью, обеспечиваемой цитоплазматическими органоидами (у одноклеточных) и развитием опорно-двигательных систем (у многоклеточных); наличием цитоскелета (у одноклеточных) и скелета — наружного или внутреннего — у многоклеточных; клетки животных лишены целлюлозных стенок; по типу питания все животные — гетеротрофы; реакция на внешние воздействия у животных также реализуется в форме движения, у большинства многоклеточных — с помощью нервной системы. В связи с этим животным присущи сложные поведенческие реакции, отсутствующие у растений. Животные освоили все среды обитания, им свойственны горизонтальные или вертикальные миграции.

Зоология делится на два больших раздела: зоологию беспозвоночных и зоологию позвоночных животных.

## БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Термин «беспозвоночные» введен Ж.-Б. Ламарком и объединяет всех животных, за исключением типа хордовых.

### ПОДЦАРСТВО ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ (ПРОСТЕЙШИЕ)

К одноклеточным относятся животные, тело которых состоит из одной клетки, по своим функциям являющейся самостоятельным организмом. Общее число видов простейших превышает 30 000. Форма их тела очень разнообразна и может быть постоянной (жгутиковые, инфузории) или изменчивой (амебы). Относительное постоянство формы тела у простейших обусловлено наличием многослойной наружной оболочки, в состав которой входят фибриллы.

Размеры этих организмов колеблются в очень широких пределах. Наиболее мелкие из них, паразитирующие в клетках крови млекопитающих, не превышают 2—4 мкм; некоторые инфузории достигают 1,5 мм в длину,

паразитическое простейшее грегарина — до 1 см; раковины морских корненожек — фораминифер, обитающих на больших глубинах, могут достигать 5—6 см в диаметре.

Органоиды движения — ложноножки, жгутики или реснички. Дышат простейшие всей поверхностью тела. Питание автотрофное или гетеротрофное.

Основные компоненты тела простейших — цитоплазма и ядро. Цитоплазма ограничена наружной цитоплазматической мембраной, которая часто имеет дополнительные структуры, увеличивающие толщину и механическую прочность клетки. В цитоплазме находятся органоиды, свойственные всем клеткам: митохондрии, рибосомы, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи. Кроме того, в цитоплазме простейших встречаются специальные органоиды: пищеварительные и сократительные вакуоли, опорные волокна и др.

У простейших есть одно или несколько ядер. Ядра могут быть одинаковыми или различными по форме и функциям. В процессе эволюции у некоторых групп простейших многократно увеличилась ploидность ядер. Полиплоидизация — один из путей прогрессивной эволюции на клеточном уровне организации.

Основная форма деления ядра простейших — митоз. Наряду с бесполом размножением путем деления наблюдается половой процесс, заключающийся или в образовании зиготы с последующим бесполом размножением путем митоза, или в форме обмена генетическим материалом при контакте двух особей.

Важная биологическая особенность простейших — способность переносить неблагоприятные условия в виде цист. При образовании цисты органоиды движения исчезают и клетка покрывается плотной оболочкой. Животные переходят в состояние покоя и при наступлении благоприятных условий возвращаются к активной жизни. Среда обитания простейших чрезвычайно разнообразна. Многие ведут свободный образ жизни, живут в море и пресных водах. Существуют виды, обитающие во влажной почве. Широкое распространение получил паразитизм. Многие виды паразитических простейших вызывают тяжелые формы заболевания человека, домашних и промысловых животных, а также растений. Известны хищные простейшие, нападающие на представителей других видов.

Широкое распространение простейших свидетельст-

вует о том, что эта группа животных находится в состоянии биологического прогресса. Процветание простейших обусловлено как приспособлениями к разнообразным условиям среды (идиоадаптациями), так и возникновением в эволюции ряда ароморфозов: увеличение числа органоидов движения (реснички у инфузорий), усложнение ядерного аппарата (увеличение числа ядер и их полиплоидизация у саркодовых и инфузорий, появление ядер с различными функциями у инфузорий). Простейшие играют важную роль в круговороте веществ в природе.

В настоящее время к подцарству одноклеточных относят пять типов, из которых будут рассмотрены только два: саркожгутиконосцы и инфузории.

### ТИП САРКОЖГУТИКОНОСЦЫ

К этому типу относятся свободноживущие или паразитические простейшие, органоидами движения которых служат непостоянные выросты цитоплазмы — ложноножки или жгутики. Тип саркожгутиконосцы включает классы саркодовые (корненожки) и жгутиковые.

#### Класс саркодовые, или корненожки

Большинство представителей саркодовых — обитатели морей. Наряду с морскими видами имеются пресноводные, живущие в почве, и небольшое число паразитов.

Саркодовые характеризуются непостоянной формой тела, органоидами движения служат выросты тела — ложноножки. Питание гетеротрофное, дыхание осуществляется всей поверхностью тела, размножение бесполое, путем митоза. Существует также половой процесс.

**Амеба.** Типичный представитель саркодовых — амеба обыкновенная, обитающая в пресных водах. Размер ее достигает 0,5 мм (рис. 111). Форма тела непостоянна. Движение происходит с помощью ложноножек, тело как бы перетекает из одной части в другую. Ложноножки служат и для захвата пищи. Амеба питается бактериями, одноклеточными водорослями, мелкими простейшими и т. п. Ее тело обтекает пищевые частицы со всех сторон, и они оказываются внутри цитоплазмы. Возникает пищеварительная вакуоль, в которую из цитоплазмы проникают ферменты, осуществляющие внутрикле-

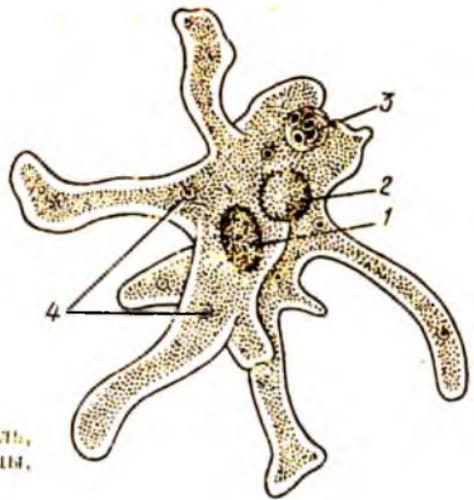


Рис. 111. Амеба:

- 1 — ядро, 2 — сократительная вакуоль,  
 3 — заглатываемые пищевые частицы,  
 4 — пищеварительные вакуоли

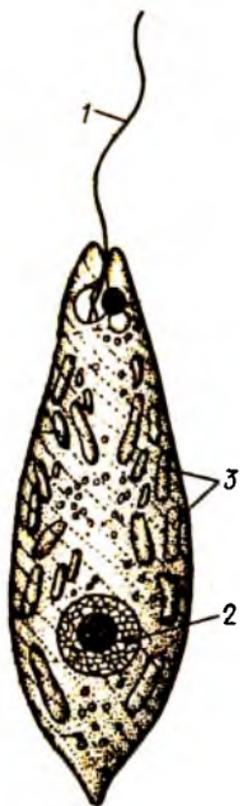
точное пищеварение. Продукты расщепления органических веществ поступают в цитоплазму. Вакуоль с неперевааренными остатками пищи перемещается к поверхности тела, и они выбрасываются наружу. Способ заглатывания оформленных частичек пищи с помощью ложноножек называется *фагоцитозом*. Растворенные вещества из окружающей среды поглощаются путем *пиноцитоза*. В теле амебы имеется также сократительная, или пульсирующая, вакуоль. Функция сократительной вакуоли — регуляция осмотического давления внутри тела простейшего. Концентрация растворенных веществ в теле амебы выше, чем в окружающей среде. Благодаря разности осмотического давления внутри и вне тела амебы вода непрерывно поступает в цитоплазму через наружную мембрану. Избыток воды выводится наружу с помощью сократительной вакуоли. Вместе с водой в окружающую среду выделяются и продукты обмена веществ. У амебы одно ядро. Размножение бесполое, осуществляется путем митоза с последующим делением тела амебы надвое.

Некоторые виды амеб, паразитируя в кишечнике человека и животных, могут быть причиной заболеваний. Например, дизентерийная амеба вызывает изъязвление слизистой оболочки толстого кишечника. В неблагоприятных условиях амебы образуют цисты.

### Класс жгутиковые

Органоидами движения служат жгутики, чаще всего один или два, реже больше. Жгутики расположены на передней части тела. Типичный представитель класса —

Рис. 112. Эвглена зеленая:  
1 — жгутик, 2 — ядро, 3 — хлоропласты



эвглена зеленая (рис. 112). Тело большинства жгутиковых покрыто эластичной оболочкой, образующейся за счет уплотнения наружного слоя цитоплазмы и придающей им постоянную форму. Среди жгутиковых встречаются организмы, способные к фотосинтезу.

Часть животных питается продуктами распада сложных органических веществ. Такой тип питания называется *гетеротрофным*. Эвглена зеленая сочетает автотрофное (путем фотосинтеза) и гетеротрофное питание.

Бесполое размножение, характерное для большинства жгутиковых, обычно происходит путем деления надвое. Встречаются паразитические формы жгутиковых (трихомонады, лямблии, трипаномы) и симбионты, обитающие в кишечнике термитов и тараканов.

### ТИП ИНFUЗОРИИ

Тип инфузории объединяет наиболее высокоорганизованных простейших. Они ведут как свободноплавающий, так и прикрепленный образ жизни, обитают как в пресных водах, так и в морях. Среди инфузорий много симбионтов (например, в рубце жвачных) и паразитических форм. Характерная особенность их строения — наличие ресничек — органоидов движения. Колебания ресничек напоминают гребные движения, при комнатной температуре они совершают до 30 взмахов в секунду. Движение ресничек согласовано благодаря сети сократительных волоконцев, расположенных в цитоплазме. Возбуждение, проходящее по волокнам, синхронизирует сокращения.

У всех инфузорий не менее двух ядер. У инфузории туфельки их два (рис. 113). Одно из них более крупное, другое меньших размеров. Маленькое ядро играет основную роль в половом процессе, большое ядро регулирует все жизненные процессы, кроме полового.

Форма тела инфузории туфельки постоянна в следст-

Рис. 113. Инфузория туфелька:

1 — реснички, 2 — пищеварительные вакуоли, 3 — малое ядро, 4 — большое ядро, 5 — сократительная вакуоль, 6 — ротовое отверстие, 7 — порошица

вие того, что она покрыта тонкой гибкой эластичной и прочной оболочкой.

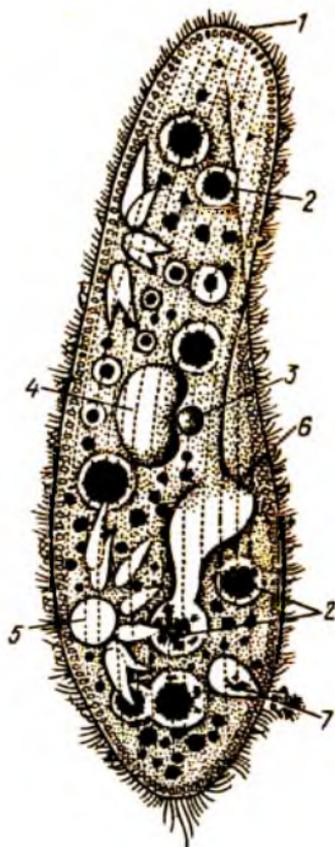
Под оболочкой располагаются многочисленные тельца, ориентированные перпендикулярно поверхности тела — трихоцисты. При механическом или химическом раздражении они выбрасываются наружу, превращаясь в тонкие длинные нити, служащие для нападения и защиты.

Пищеварительные органоиды начинаются с клеточного рта. Попаданию пищи в ротовое отверстие способствуют колебания околоротовых ресничек, которые вызывают движение воды со взвешенными в ней бактериями и другими частицами. Клеточный рот переходит в клеточную глотку. У внутреннего угла глотки образуется пузырек, в который попадают скапливающиеся на дне глотки пищевые частицы. Таким образом, образуется пищеварительная вакуоль. При достаточном количестве пищи пищеварительная вакуоль образуется примерно каждую минуту. Непереваренные остатки пищи выводятся через специальное отверстие — порошицу. Функция выделения осуществляется сократительными вакуолями.

Размножение у инфузорий бесполое и половое. Бесполое размножение происходит 1—2 раза в сутки путем поперечного деления их тела надвое, которое начинается с деления ядер.

Половой процесс у инфузорий происходит следующим образом.

Две инфузории тесно сближаются, между ними возникает цитоплазматический мостик, по которому особи обмениваются генетическим материалом. В отличие от бесполого размножения, половой процесс повышает наследственную (комбинативную) изменчивость и соот-



ответственно увеличивает приспособительные возможности организма к внешней среде.

В эволюции простейшие появились раньше других типов животных и дали начало более сложным формам организации. Среди представителей подцарства одноклеточные наиболее древними считаются саркодовые и жгутиковые, которые произошли от примитивной, не сохранившейся до наших дней группы эукариотных гетеротрофных организмов (см. с. 26). От жгутиковых берут начало инфузории. В процессе эволюции от жгутиконосцев к инфузориям увеличилось число двигательных органоидов, подвергся сложному преобразованию ядерный аппарат. Эти прогрессивные изменения могут быть отнесены к ароморфозам.

От жгутиковых простейших произошли также (через стадию колониальных форм) все многоклеточные животные.

## ПОДЦАРСТВО МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ

Многоклеточные характеризуются тем, что тело их состоит из множества клеток. Клетки этих организмов дифференцированы как по форме, так и по функциям. Они утратили самостоятельность и являются лишь частями целостного организма. Характерная особенность многоклеточных — сложный индивидуальный цикл развития, в процессе которого из оплодотворенной яйцеклетки (при партеногенезе — из неоплодотворенной) образуется взрослый организм. Среди современных многоклеточных выделяют две большие группы: *лучистые*, или *двухслойные*, и *двустороннесимметричные*, или *трехслойные*. (Отдельно стоят наиболее примитивные многоклеточные — пластинчатые и губки, которые здесь не рассматриваются.) Для лучистых характерны несколько плоскостей симметрии и радиальное расположение органов вокруг главной оси тела.

В теле лучистых существует одна главная ось симметрии, вокруг которой в радиальном порядке располагаются органы животных. От числа повторяющихся органов зависит порядок симметрии. Например, если вокруг продольной оси располагаются четыре одинаковых комплекса органов, то это четырехлучевая симметрия, если таких комплексов шесть, то это шестилучевая симметрия, и т. д. Через тело лучистого животного можно провести несколько плоскостей симметрии (2, 4, 6, 8

и т. д.), т. е. плоскостей, которыми тело делится на части, зеркально отображающие одна другую. В процессе онтогенеза у них образуются лишь два отчетливо выраженных пласта клеток: эктодерма и энтодерма, тогда как третий зародышевый листок находится в зачаточном состоянии и представлен студенистым веществом — мезоглеей. К лучистым относится тип кишечнополостные. Двустороннесимметричные обладают одной плоскостью симметрии, по обе стороны которой располагаются различные органы. Помимо эктодермы и энтодермы у этих животных всегда есть третий зародышевый листок (мезодерма), за счет которого развивается значительная часть внутренних органов.

### ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

К типу кишечнополостных относятся низшие многоклеточные животные (более 9000 видов), характеризующиеся радиальной симметрией и двухслойным строением тела. Кишечнополостные ведут исключительно водный образ жизни, обитают в основном в морях, где достигают больших глубин. Среди них есть свободноплавающие и прикрепленные ко дну формы. Тело цилиндрической формы (у гидры) или уплощено в направлении главной оси (медузы). Ротовое отверстие, окруженное щупальцами, ведет в слепозамкнутую пищеварительную полость, нередко образующую разветвленные каналы. Непереваренные остатки пищи удаляются через ротовое отверстие. Наряду с полостным сохраняется внутриклеточное переваривание пищевых частиц энтодермой. Стенка тела образована двумя пластами клеток: эктодермой, выполняющей покровную и двигательную функции, и энтодермой, клетки которой снабжены жгутиками и выполняют пищеварительную функцию. Эктодерма и энтодерма разделены бесструктурной мезоглеей. Характерная черта кишечнополостных — наличие стрекательных клеток в эктодерме. У других типов животных стрекательные клетки не встречаются.

У кишечнополостных впервые появляется нервная система, состоящая из разбросанных нервных клеток, соединенных отростками и образующих нервную сеть. Нервная система такого строения называется *диффузной*. Дыхание осуществляется всей поверхностью тела. Размножение половое и бесполое. Зрелые половые про-

дукты (гаметы) выводятся в воду. Оплодотворение наружное. Многие кишечнополостные раздельнополы, но встречаются и гермафродиты. Живут кишечнополостные в виде отдельных особей или образуют колонии.

Тип кишечнополостные включает классы: 1) гидродные, 2) сцифоидные медузы, 3) коралловые полипы.

### Класс гидродные

Типичный представитель класса — гидра (рис. 114). Гидра по образу жизни — хищник, питается мелкими животными, преимущественно рачками. Обитает в пресноводных водоемах. Она имеет удлиненное тело, способное сжиматься или сильно растягиваться. На переднем конце помещается рот, окруженный щупальцами. Противоположный конец — « подошва », которой гидра прикрепляется к стеблям и листьям растений.

Тело гидры состоит из двух слоев клеток — эктодермы и энтодермы. В эктодерме находятся нервные, стрекательные, эпителиально-мышечные и железистые клетки. Нервные клетки воспринимают раздражение, которое передается на сократительные волокна эпителиально-мышечных клеток. Совокупность разбросанных нервных клеток образует сетевидное сплетение. Их больше около рта и на подошве. Нервная система примитивного диффузного типа. Стрекательные клетки могут быть разных типов, при прикосновении из них выбрасывается нить. Внутри некоторых нитей находится канал, наполненный жидкостью, обладающей ядовитыми свойствами (рис. 115). При попадании в тело жертвы эта жидкость убивает или парализует ее, а нить служит для удержания добычи. Другие нити только опутывают жертву или приклеиваются к ней. Стрекательные клетки используются только один раз. Железистые клетки концентрируются на подошве и щупальцах, помогая гидре прикрепиться к субстрату.

Основная функция энтодермы — переваривание пищи. В энтодерме находятся также железистые клетки, эпителиально-мышечные и нервные, но в меньшем количестве, чем в эктодерме.

Гидра размножается двумя способами — бесполом и половым. Бесполое размножение происходит путем почкования. При почковании на теле гидры образуются вздутия — почки, представляющие собой выпячивание наружу эктодермы и энтодермы. Почка увеличивается,

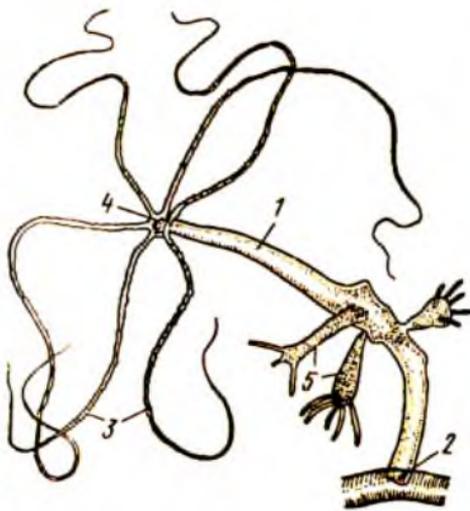


Рис. 114. Гидра:

1 — тело, 2 — подошва, 3 — щупальца, 4 — рот, 5 — почка



Рис. 115. Стрекательные клетки. А — в покоем состоянии; Б — с выброшенной стрекательной нитью

на конце ее образуются щупальца, ротовое отверстие. Вскоре молодая гидра отделяется от материнской особи. Половое размножение обычно наступает осенью, при недостаточном питании и понижении температуры. Половые железы — гонады — образуются в виде бугорков в эктодерме. Оплодотворение наружное. После завершения дробления зародыш одевается оболочками и перезимовывает. Взрослые гидры с наступлением холодов погибают.

### Класс сцифоидные медузы

Сцифоидные медузы встречаются во всех морях. Диаметр их колеблется от нескольких сантиметров до 2 м. Тело имеет форму колокола или зонтика и состоит из эктодермы, энтодермы и студенистой мезоглеи и содержит 98 % воды. По краям зонтика находится нервное кольцо, на щупальцах, имеющих у крупных медуз длину до 20—30 м, — большое количество стрекательных клеток. Организация сцифомедуз по сравнению с гидроидными сложнее и заключается в более совершенном строении пищеварительной полости (наличие желудка и системы разветвленных каналов), в лучшем развитии нервной системы (наличие нервного кольца

Рис. 116. Сцифоидные медузы:

1 — ротовая лопасть, 2 — каналы пищеварительной полости



А



Б

по краю зонтика), появлении светочувствительных глазков и органов равновесия (рис. 116). Движение сцифоидных медуз осуществляется путем сокращения зонтика, которое обеспечивают мускульные волокна.

У большинства сцифоидных медуз при размножении наблюдается смена двух поколений — бесполого (полип) и полового (медузы). При бесполом размножении полипа образуются медузы, а при половом размножении медуз — личинки, из которых развиваются полипы. Существование сцифоидных медуз в форме полипа кратковременно.

### Класс коралловые полипы

Коралловые полипы — самая большая группа кишечнополостных, которая насчитывает свыше 6 тыс. видов. Они ведут исключительно прикрепленный образ

жизни. Большинство из них колониальны. Кораллы представлены только полипоидными формами. Они живут в основном на мелководье тропического пояса и лишь немногие проникают в холодные воды и на большие глубины.

Коралловые полипы обладают всеми характерными признаками кишечнополостных. У них рот, окруженный щупальцами, ведет в глотку, пищеварительная полость разделена на большое количество камер, чем достигается увеличение ее поверхности. Щупальца захватывают мелких рыб, червей, ракообразных. Нервная система диффузного типа, нервных клеток больше у ротового отверстия. Коралловые полипы размножаются как бесполым, так и половым путем. Бесполое размножение происходит либо путем почкования, либо путем продольного деления полипа. Коралловые полипы или раздельнополы, или гермафродиты. Оплодотворение яиц осуществляется в пищеварительной полости, куда сперматозоиды заносятся током воды. Личинка формируется там же, а затем выносится через рот в окружающую воду и оседает на дно.

Характерная особенность коралловых полипов — наличие защитных образований — твердого известкового скелета или скелета, состоящего из рогоподобного вещества. В эктодерме и в энтодерме есть мышечные волокна, позволяющие полипу изменять форму тела.

Известковые скелеты колониальных форм коралловых полипов образуют рифы и океанические острова.

Предками современных кишечнополостных были примитивные многоклеточные, сходные по строению с фагоцителлой И. И. Мечникова.

## ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

Тип плоские черви включает три основных класса: ресничные (представитель — молочная планария), сосальщики (печеночный сосальщик) и класс ленточные черви (бычий цепень). Два последних класса представлены только паразитическими формами.

Плоские черви встречаются почти во всех средах обитания: морских и пресных водах, влажной почве, многие перешли к паразитическому образу жизни.

По своей организации животные этого типа стоят выше кишечнополостных. У плоских червей возникает третий зародышевый листок — мезодерма. Появление

мезодермы и ее производных — мышечной системы, паренхимы — имело исключительно важное значение для прогрессивной эволюции многоклеточных животных. Мускулатура позволяет активно передвигаться в поисках пищи. Тело у плоских червей двусторонне-симметричное, т. е. у него можно различить правую и левую, брюшную и спинную стороны. Благодаря брюшной стороне тело имеет возможность перемещаться по твердой поверхности. На головном конце тела стали концентрироваться нервные клетки и органы чувств, что улучшило ориентацию животного в пространстве. Таким образом, появление мезодермы и двусторонней симметрии предопределило возможность выхода многоклеточных животных на сушу. Для плоских червей характерен *кожно-мускульный мешок*. Внутри него имеется рыхлая ткань — паренхима, которая заполняет пространство между внутренними органами. Паренхима выполняет опорную роль и служит местом отложения резервных веществ, в частности гликогена.

По сравнению с кишечнополостными существенно изменилось строение нервной системы. *Нервная система* плоских червей представлена нервными узлами в головной части и отходящими от них двумя нервными стволами. У них есть органы зрения, отсутствующие у паразитических видов, а также органы химического чувства.

*Кишечник* устроен примитивно: он состоит из передней кишки, часто называемой глоткой, и средней кишки, которая заканчивается слепо.

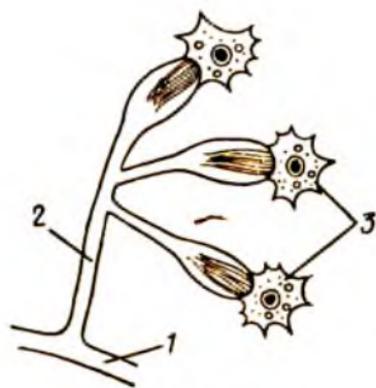


Рис. 117. Схема строения выделительной системы плоских червей:

1, 2 — выделительные каналы,  
3 — звездчатые (мерцательные) клетки

У плоских червей впервые появились *органы выделения* — протонефридии, которые регулируют осмотическое давление, выводят из тела избыток воды, а также растворимые продукты обмена. Протонефридии представляют собой клетки грушевидной формы, часто со звездчатыми отростками, разбросанными в паренхиме (рис. 117). Продукты обмена всасываются поверхностью клеток и поступают в их полость. В полости клеток находится пучок ресничек, колебательные движения ко-

торых прогоняют жидкость в выделительные каналцы — отростки клеток. Канальцы, отходящие от клеток, объединяются в более крупные протоки, открывающиеся одним или несколькими отверстиями наружу.

Половая система плоских червей устроена очень сложно. В ее состав входят не только половые железы, но и половые протоки и желточники, обеспечивающие яйца питательным материалом и т. д. За редким исключением, все плоские черви — гермафродиты. Характерная особенность паразитических червей (сосальщиков и ленточных) — сложный цикл развития.

Увеличение плодовитости и появление механизмов приспособления к паразитическому образу жизни у сосальщиков и ленточных червей привело к биологическому прогрессу этой группы животных.

### Класс ресничные черви

Типичный представитель — **молочная планария**. Планарии — хищники, питаются мелкими рачками, нападают даже на улиток и личинок некоторых насекомых.

*Стенка тела* червя состоит из кожно-мышкульного мешка. Поверхность покрыта однослойным ресничным мерцательным эпителием. Под эпителием расположены три слоя мышечных волокон: кольцевой, кривой и продольный. Перемещение происходит благодаря движению ресничек и сокращению мускулатуры. Хорошо развитым мышечным органом ресничных червей является глотка.

*Полость тела* отсутствует, пространство между внутренними органами заполнено паренхимой.

*Нервная система* у ресничных червей состоит из головного нервного узла и отходящих от него нервных стволов, из которых наибольшего развития достигают два боковых. Органы чувств представлены осязательными клетками, которыми богата вся кожа, одной или несколькими парами светочувствительных глазков, а у некоторых — органами равновесия —статоцистами. У планарий хорошо развиты органы химического чувства. Обнаружив добычу, планария направляется к ней, выдвигает глотку и сильными сосательными движениями рвет тело жертвы.

*Пищеварительная система* состоит из передней и средней кишки и начинается ртом, расположенным на брюшной стороне в середине или в задней части тела.

Пища попадает в глотку, которая имеет вид трубки с мышечными стенками. Средняя кишка состоит из трех ветвей, заканчивающихся слепо. Непереваренные остатки выбрасываются через рот. Наряду с внеклеточным большую роль играет внутриклеточное переваривание. *Выделительная система* представлена протонефридиями. Подавляющее число ресничных *гермафродиты*.

Как и кишечнополостные, ресничные произошли от фагоцителлообразных предков.

### Класс сосальщики

Все сосальщики — паразиты. Некоторые обитают на покровах тела — *эктопаразиты*, другая группа паразитирует во внутренних органах — *эндопаразиты*. Большая часть их живет в пищеварительном тракте животных, а также в печени и поджелудочной железе. Черви, поселяющиеся в пищеварительном тракте, имеют листовидную форму. Некоторые сосальщики приспособились к жизни в органах дыхания (в легких, трахее, легочных мешках птиц), выделения (почках, мочеточниках), в кровеносных сосудах. Черви, обитающие в кровеносных сосудах, имеют удлинненную округлую форму. Присоски особенно сильно развиты у тех видов, которые поселяются в кишечнике.

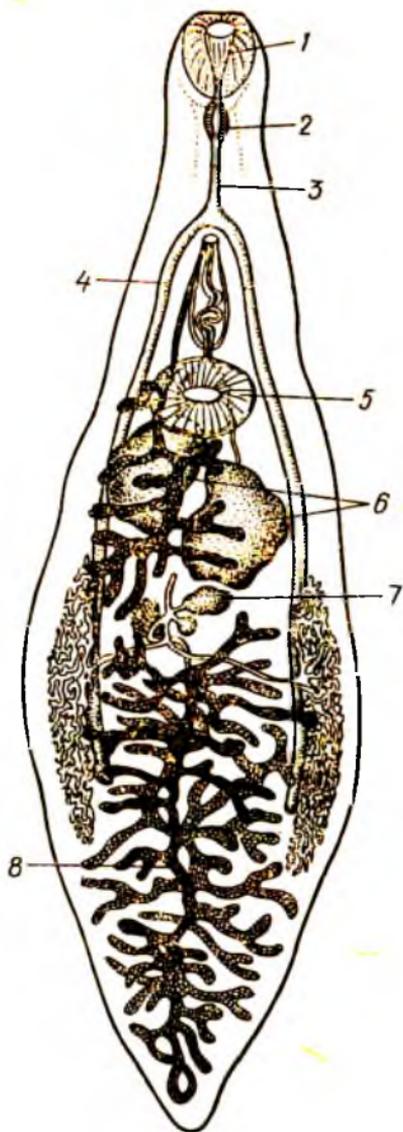
*Тело* сосальщика покрыто плотной оболочкой, которая выполняет защитную функцию. Под поверхностной оболочкой располагаются слои кольцевых, косых и продольных мышц.

*Нервная система* состоит из парного мозгового узла и отходящих от него трех пар нервных стволов, связанных перемычками, из которых лучше развиты боковые стволы. Нервная система у сосальщиков по сравнению со свободноживущими ресничными упрощена. Органы зрения редуцированы.

*Пищеварительная система* начинается ротовым отверстием, расположенным в центре ротовой присоски, которое ведет в мускулистую глотку, представляющую собой мощный сосущий аппарат. За глоткой следуют пищевод и слепо заканчивающийся кишечник (рис. 118). *Дыхание* анаэробное. *Выделительная система* представлена протонефридиями. Почти все сосальщики *гермафродиты*. Громадная плодовитость этих червей — важнейшее приспособление к паразитическому образу жизни. Они производят огромное количество яиц и способны

Рис. 118. Строение личиновидного сосальщика:

- 1 — ротовая присоска, 2 — глотка, 3 — пищевод, 4 — ветви кишечника, 5 — брюшная присоска, 6 — семенники, 7 — яичник, 8 — матка



размножаться также в личиночной стадии, при этом каждая личинка, развивающаяся из яйца, превращается во множество новых зародышей. Для многих паразитических червей характерен сложный цикл развития.

**Печеночный сосальщик** обитает в желчных протоках печени, желчном пузыре. Жизненный цикл его связан со сменой хозяев, окончательный хозяин — травоядные млекопитающие (крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи, кролики и др.). Реже печеночные сосальщики встречаются у человека.

Промежуточным хозяином служит моллюск — малый прудовик (рис. 119).

Яйцо печеночного сосальщика начинает развиваться, только попав в воду, где из него выходит личинка, снабженная ресничками. Затем личинка внедряется в малого прудовика. В теле моллюска паразит превращается в следующую личиночную стадию, затем он покидает моллюска и активно передвигается в воде. На этой стадии печеночный сосальщик прикрепляется к стеблям растений и покрывается толстой оболочкой. Образуется циста, долго сохраняющая жизнеспособность. Проглоченная животным циста попадает в кишечник, оболочка цисты растворяется и паразит проникает через кишечные вены в печень, где достигает половозрелого состояния.

Для взрослых сосальщиков характерны следующие

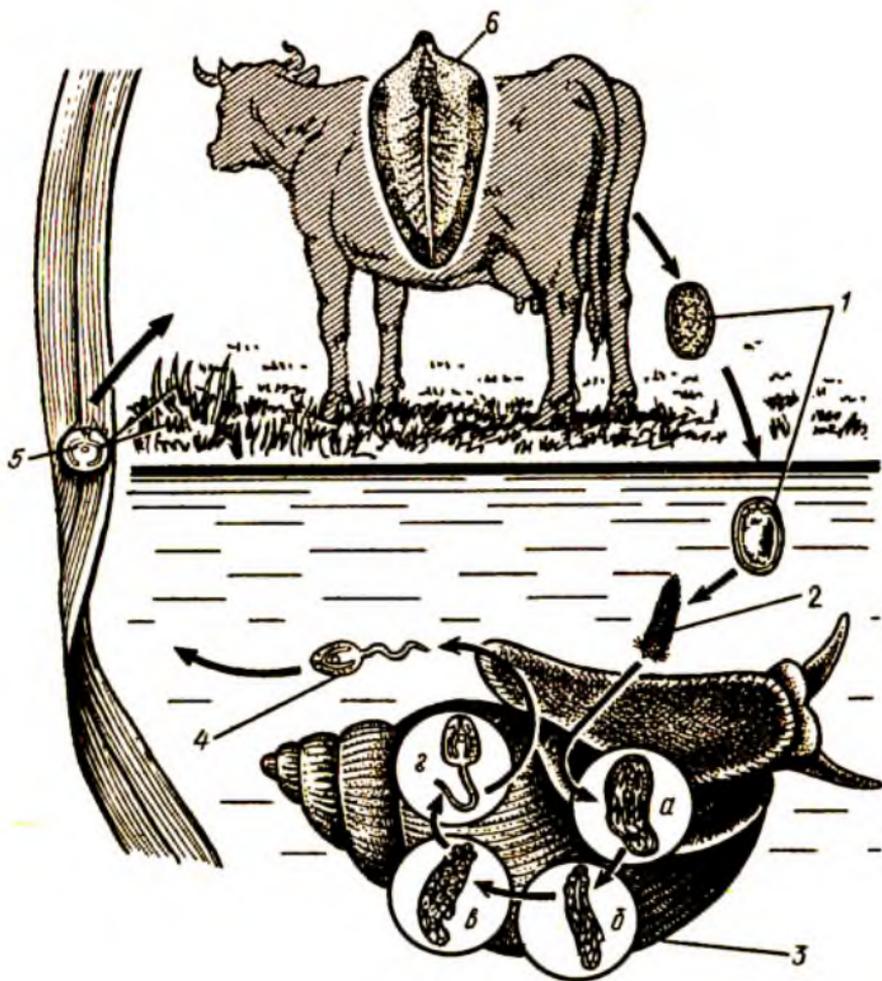


Рис. 119. Жизненный цикл печеночного сосальщика:

1 — яйцо, 2 — свободноплавающая личинка, 3 — развитие личинки в теле промежуточного хозяина — малого прудовика (а, б, в, г), 4 — новое поколение свободноплавающих личинок, 5 — инцистировавшаяся на траве личинка, 6 — взрослая форма в теле основного хозяина

приспособления к паразитическому образу жизни: появление оболочки, препятствующей действию пищеварительных ферментов; развитие присосок, шипиков, крючьев, которыми червь прикрепляется к стенке слизистой оболочки кишечника; большая плодовитость. Морфологическая дегенерация (упрощение организации) выражается в редукции органов чувств, органов зрения и упрощении строения нервной системы.

Сосальщики, по-видимому, произошли от ресничных червей, перешедших к паразитическому образу жизни.

## Класс ленточные черви

Это паразитические черви, обитающие в кишечнике и изредка в других частях тела.

Типичный представитель класса — **бычий цепень** (рис. 120). Тело его сплющено в спинно-брюшном направлении, на переднем конце находится головка, далее шейка и тело, состоящее из члеников. *Расчленение на членики* — одна из особенностей ленточных червей. Головка снабжена присосками или присасывающими щелями и крючьями для прикрепления. По мере роста



Рис. 120. Общий вид бычьего цепня

тела червя новые членики отшнуровываются от шейки, вследствие чего образовавшиеся ранее членики отодвигаются назад. Таким образом, наиболее удаленные от шейки членики — самые зрелые. В каждом членике имеется свой половой аппарат.

*Тело* червя покрыто кожно-мускульным мешком. На поверхности червя находится большое количество микроворсинок, по-видимому, участвующих в процессе всасывания пищи. Поверхностная оболочка выделяет также вещества, инактивирующие действие пищеварительных ферментов хозяина.

*Нервная система* состоит из головного нервного узла и двух боковых главных стволов, тянущихся вдоль всего тела. Имеются органы осязания. Органы зрения отсутствуют.

*Органы выделения* — протонефридии. Ленточные черви — почти все *гермафродиты*. Интенсивность их размножения очень велика. Окончательный хозяин — человек, промежуточный — крупный рогатый скот.

*Развитие* бычьего цепня происходит следующим образом. За сутки червь отделяет 5—7 члеников, в которых находится до 2 млн. яиц. Яйцо попадает с фекалиями человека в почву. В случае попадания яйца вместе с травой в пищеварительный тракт крупного рогатого скота в кишечнике из яйца выходит личинка, вооруженная острыми крючьями, которая пробуравливает стенку кишечника и с током крови проникает в мышцы. В мышцах личинка растет и превращается в финну — пузырек с свернутой внутрь головкой и шейкой. В организм человека финна попадает с плохо проваренным мясом, где и превращается в половозрелую форму. По-видимому, все ленточные черви произошли от ресничных червей.

## **ТИП КРУГЛЫЕ, ИЛИ ПЕРВИЧНОПОЛОСТНЫЕ, ЧЕРВИ**

Центральная группа этого типа — класс круглые черви, один из самых многочисленных классов животного мира. Он включает около 500 тыс. видов. В состав класса входят представители, ведущие как свободный, так и паразитический образ жизни. Круглые черви заселяют моря, пресноводные водоемы, почву всех материков света. Они паразитируют и на растениях, и на животных, и на человеке. *Тело* круглых червей не сегментировано (рис. 121, 123). Снаружи они покрыты оболоч-

Рис. 121. Вскрытая самка аскариды:

1 — губы, 2 — глотка, 3 — кишка,  
4, 6 — яичевод, 5 — матка

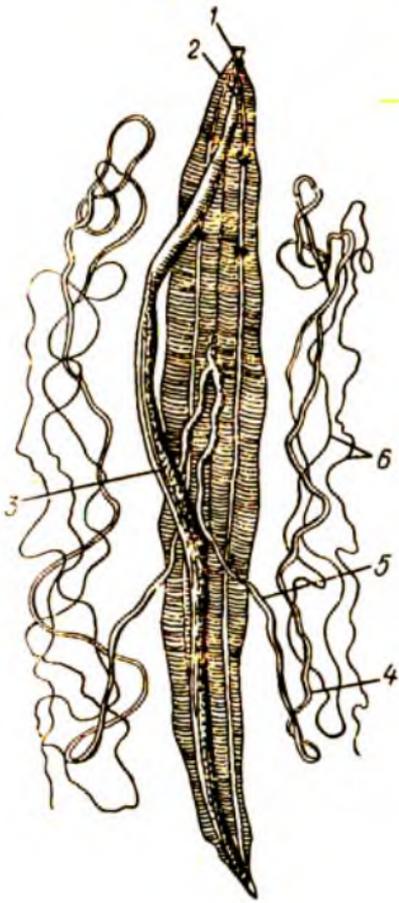
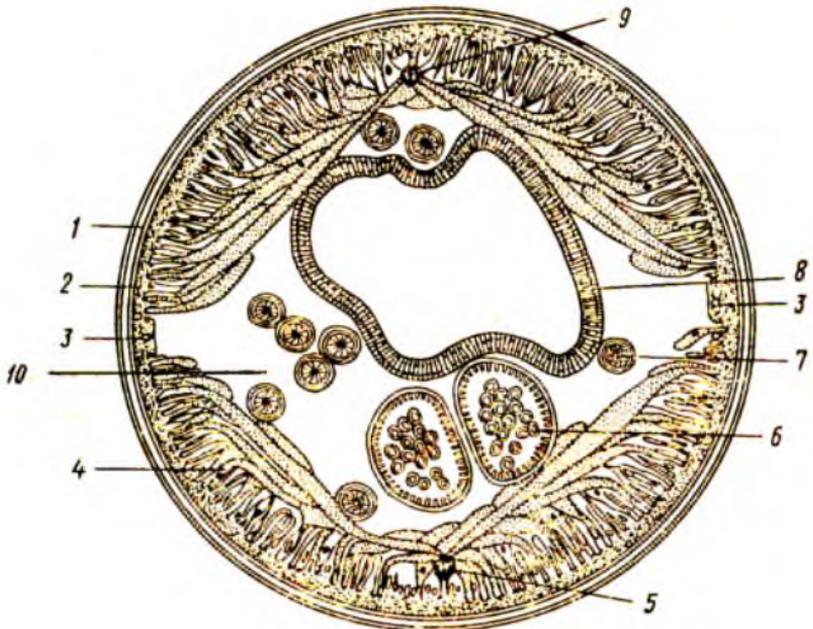


Рис. 122. Поперечный разрез через тело самки аскариды:

1 — кутикула, 2 — гиподерма, 3 — боковые выделительные каналы, 4 — мышцы, 5 — брюшной нервной ствол, 6 — матка, 7 — яичник, 8 — кишка, 9 — спинной нервной ствол, 10 — первичная полость тела



кой — кутикулой, которая выполняет защитную функцию, предохраняя тело червя от неблагоприятных воздействий. Мышцы состоят из одного слоя мышечных клеток, которые располагаются четырьмя отдельными тяжами, тянущимися вдоль всего тела.

Важнейшая особенность круглых червей — наличие *первичной полости тела*, образовавшейся путем распада паренхимы, заполнявшей эту полость у предков (рис. 122). Первичная полость тела представляет собой пространство между стенкой тела и стенками внутренних органов, заполненное жидкостью. Первичная по-

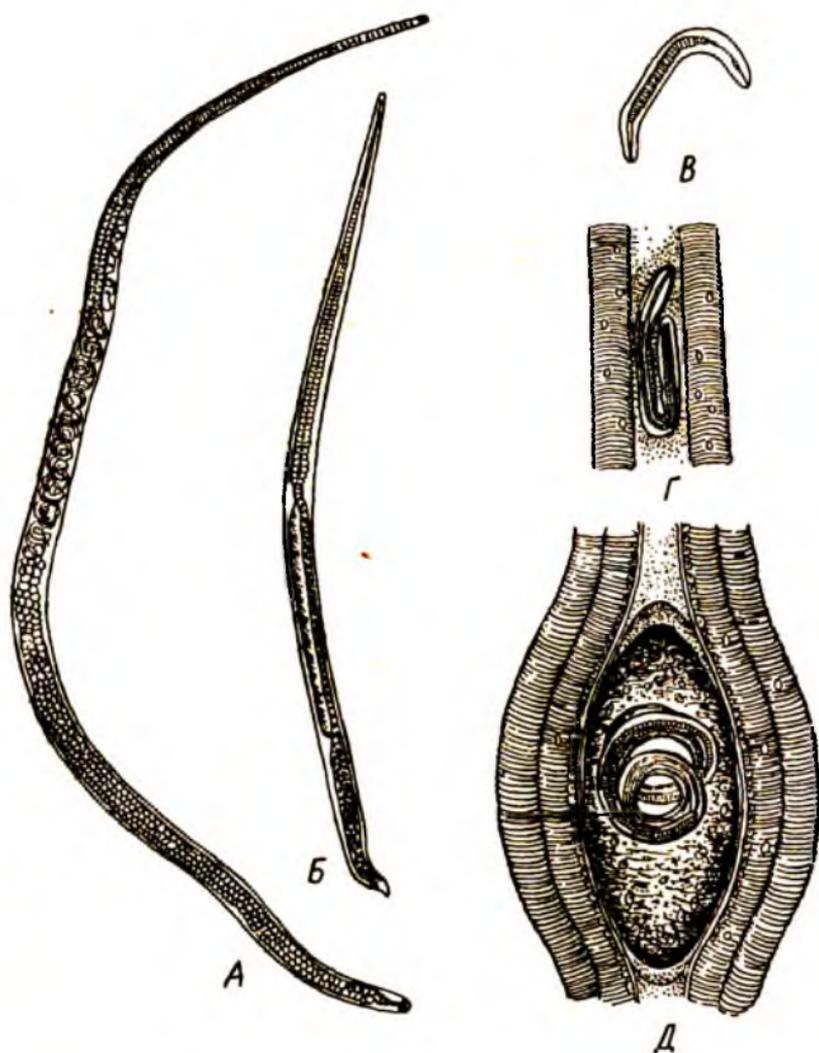


Рис. 123. Трихинелла. А — самка, Б — самец, В и Г — неинкапсулированная мышечная трихинелла, Д — инкапсулированная мышечная трихинелла

дость тела соответствует бластоцелю зародыша и выполняет ряд важных функций: опорную (давление жидкости создает напряжение стенки тела и придает телу определенную форму), транспортную (благодаря циркуляции полостной жидкости всасываемые в кишечнике питательные вещества распределяются по всем органам) и защитную (полостная жидкость содержит ядовитые и раздражающие вещества).

*Нервная система* состоит из окологлоточного кольца, от которого отходят нервные стволы — спинной, брюшной и два боковых. Стволы соединены друг с другом перемычками. Органы чувств развиты очень слабо: имеются органы осязания и органы химического чувства — бугорки, расположенные преимущественно вокруг рта.

*Пищеварительная система* представлена передней, средней и задней кишкой. Ротовой отдел снабжен режущими пластинками, крючьями, стилетами и т. д., которые разрушают целостность ткани (растительной или животной). Переваривание пищи может происходить как во внешней среде, в капле жидкости, содержащей ферменты, так и в кишечнике червя. Из ротовой полости пища попадает в пищевод и кишечник, который заканчивается анальным отверстием. Таким образом, впервые в эволюции пища проходит от ротового до анального отверстия. *Это послужило существенной предпосылкой для последовательной обработки пищи ферментами, что может рассматриваться как крупный ароморфоз.*

*Выделительная система* представлена видоизмененными протонефридиями. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют.

Круглые черви — преимущественно *раздельнополые животные*, гермафродиты встречаются среди них редко. Мужской половой аппарат имеет трубчатое строение и состоит из семенника, за которым следует семяпровод, переходящий в семяизвергательный канал, открывающийся в заднюю кишку. Женский половой аппарат начинается правым и левым яичниками, далее идут правый и левый яйцеводы, правая и левая матка. Обе матки соединяются в общее влагалище, открывающееся наружу на брюшной стороне.

**Аскарида человеческая** паразитирует в кишечнике человека. Оплодотворенное яйцо начинает развиваться в матке червя. Попадая с фекалиями в окружающую среду, яйца при доступе кислорода и достаточно высокой температуре развиваются, и под оболочкой яйца

образуется личинка. С загрязненной водой, овощами, фруктами яйца попадают в кишечник человека, где из них выходят личинки, которые внедряются в стенки кишечника и проникают в кровь. Ток крови переносит их в легкие. В легких личинки пробуравливают стенки капилляров и альвеол, проникая в просвет альвеол. Далее они проходят в бронхи, трахею, ротовую полость и вторично заглатываются. В кишечнике образуется взрослая аскарида. Аскариды отравляют организм токсическими продуктами обмена, а также воздействуют механически: при большом количестве могут вызвать непроходимость кишечника.

Класс круглых червей отличают многие *признаки биологического прогресса*: они характеризуются повсеместным распространением, у них появился ряд аморфозов — первичная полость тела, задняя кишка. Указанные особенности, а также прогрессивное развитие нервной системы (выражающееся в большей ее централизации), четкая половая дифференциация привели к расцвету этой группы животных.

Круглые черви произошли от ресничных червей.

### ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

В состав типа входят классы многощетинковые черви, малощетинковые черви и пиявки. К представителям первого класса относятся пескожил, nereida, к малощетинковым — дождевой червь, к пиявкам — медицинская пиявка. Многощетинковые — в основном морские животные, малощетинковые в подавляющем большинстве живут в почве и на дне пресноводных водоемов, где часто зарываются в илистый грунт. Большинство пиявок — обитатели пресноводных водоемов.

*Тело* кольчатых червей подразделяется на голову, туловище и анальную лопасть. Название «кольчатые» черви получили вследствие членения тела на повторяющиеся сегменты, причем наружная сегментация совпадает с расположением поперечных перегородок внутри тела. Паранодии, узлы нервной системы, органы выделения, в некоторых случаях половые железы, иногда выросты кишечника повторяются в каждом сегменте. Такое строение больше характерно для многощетинковых.

Тело кольчатых червей покрыто оболочкой — кутикулой, которая выделяется эпителием. Под ней находятся мышцы, состоящие из двух слоев: кольцевого и про-



Рис. 124. Схема поперечного разреза дождевого червя:

1 — кожа, 2 — слой кольцевой мускулатуры, 3 — слой продольной мускулатуры, 4 — полость тела, 5 — полость кишки, 6 — орган выделения — метанефридий, 7 — спинной сосуд, 8 — брюшной сосуд, 9 — брюшная нервная цепочка, 10 — щетинка

дольного. Когда сокращаются волокна продольных мышц, тело укорачивается, а при сокращении кольцевого слоя — уменьшается в диаметре. Строение дождевого червя представлено на рис. 124.

У большинства многощетинковых по бокам каждого сегмента находятся органы движения — параподии. Параподии — подвижные выросты тела, состоящие из спинной и брюшной ветвей (рис. 125). Они представляют

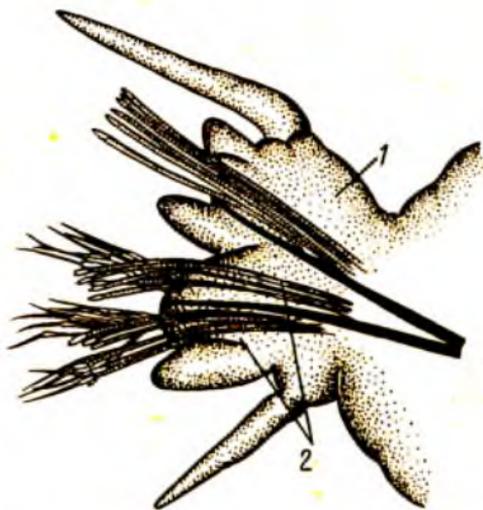


Рис. 125. Параподия — орган движения нереиды:

1 — спинная ветвь параподии, 2 — брюшная ветвь параподии

собой примитивные конечности, которые эволюционировали и преобразовались в сложно устроенные конечности членистоногих. У дождевого червя параподиев нет, имеются только щетинки, увеличивающие трение при движении в почве.

Строение *нервной системы* кольчатых червей сложнее, чем у круглых. Вокруг глотки расположено нервное кольцо, состоящее из надглоточного и подглоточного узлов. На брюшной стороне находятся два нервных ствола, имеющих в каждом сегменте утолщение — нервные узлы, которые соединяются между собой перемычками.

Голова кольчатых червей снабжена органами чувств. У многих хорошо развиты глаза. Имеются органы обоняния, химического чувства, органы равновесия. Для многих многощетинковых характерны органы свечения.

*Характерная особенность кольчатых червей — наличие вторичной полости тела.* Она отличается от первичной полости тем, что стенки ее выстланы особым эпителием, отделяющим полостную жидкость от всех окружающих тканей и органов. У некоторых кольчатых червей, например дождевого червя, полостная жидкость может поступать из одного сегмента в другой. Жидкость, наполняющая полость, находится в постоянном движении, благодаря чему могут переноситься питательные вещества, кислород, диоксид углерода, выделения желез внутренней секреции. Полостная жидкость не сжимается и служит гидравлическим «скелетом». В полость тела поступают продукты обмена веществ и половые клетки.

Впервые в эволюции у кольчатых червей появляется *кровеносная система*. Она замкнутая и состоит из брюшного и спинного сосудов, на переднем и заднем концах тела соединяющихся между собой. В передней части тела кольцевой сосуд соединяет спинной и брюшной сосуды. Кровь движется по сосудам благодаря ритмическим сокращениям спинного и передних кольцевых сосудов. По брюшному сосуду кровь движется спереди назад, а по спинному — в обратном направлении. Часто у кольчатых червей кровь красная, по составу сходная с кровью позвоночных, или имеет зеленый цвет в зависимости от типа дыхательных пигментов.

Кровь некоторых многощетинковых червей не содержит дыхательных пигментов, но их отсутствие компенсируется хорошей циркуляцией полостной жидкости. *Дыхание* осуществляется всей поверхностью тела. У не-

которых видов появились органы дыхания — жабры, представляющие собой выросты стенки тела на спинной ветви параподий.

*Пищеварительная система* кольчатых червей более сложно устроена, чем у круглых червей. Многие кольчатые черви — хищники, обитающие в морских и пресных водоемах. Их глотка снабжена хватательными придатками, острыми шипами или челюстями. Захваченная пища поступает в переднюю кишку, к которой относятся глотка и пищевод. В состав передней кишки входят также зуб и мышечный желудок. Из желудка пищевые массы попадают в среднюю кишку. У ряда видов кишечник имеет вид прямой трубки, у других он изогнут петлями. Средняя кишка переходит в заднюю, заканчивающуюся анальным отверстием.

*Выделительная система* представлена метанефридиями. Они начинаются в полости тела воронкой. От воронки идет проток, который прободает перегородку между сегментами червя, входит в соседний сегмент и открывается наружу выделительной порой в боковой стенке тела. В каждом сегменте червя пара метанефридиев — правый и левый. Как воронки, так и проток снабжены ресничками, вызывающими движение полостной жидкости.

Среди кольчатых червей есть *раздельнополые* и *гермафродиты*. Так, дождевые черви гермафродиты, но оплодотворение у них перекрестное. При копуляции две особи соединяются пояском, образованным секретом желез, и сперма одной вводится в семяприемник другой особи, после чего они расходятся.

У некоторых видов многощетинковых появились своеобразные приспособления к размножению в воде. Так как выделение половых клеток в воду ведет к тому, что встреча сперматозоидов и яйцеклеток предопределена случайностью, то возникновение приспособлений, увеличивающих вероятность встречи между яйцом и сперматозоидом, повышает жизнеспособность вида. У водных червей наиболее простое приспособление заключается в одновременном выбросе гамет. Так, при наступлении половой зрелости популяции стоит одной особи выделить в воду свои половые продукты, как соседние особи другого пола тотчас выпускают свои и, таким образом, процент оплодотворения резко увеличивается. Одновременный выброс гамет у разных особей свойствен водным многощетинковым червям. Для некоторых

многощетинковых характерно массовое всплывание к поверхности моря в определенные периоды сезона.

У большинства малощетинковых червей хорошо развита способность к регенерации, причем у форм, размножающихся бесполом путем, она выражена более резко.

## ТИП МОЛЛЮСКИ

Моллюски, или мягкотелые, — главным образом водные, реже наземные животные. *Тело* их не сегментировано, состоит из головы, туловища и ноги. *Органом движения* служит нога — мускулистый вырост брюшной стенки тела. Основание туловища у моллюсков окружено большой кожной складкой — *мантией*. Между мантией и телом находится мантийная полость, в которой лежат жабры, некоторые органы чувств и куда открывается отверстие задней кишки, протоки почек и половых желез. На спинной стороне, как правило, расположена выделяемая мантией *защитная раковина* — цельная, реже двустворчатая или состоящая из нескольких пластинок. Наружный слой раковины образован органическим рогоподобным веществом, внутренний — тончайшими пластинками извести. У некоторых групп моллюсков раковина погружена под кожу (слизни) или исчезает совсем (паразитические формы). *Нервная система* состоит из окологлоточного кольца и отходящих от него двух пар нервных узлов, соединенных друг с другом. Моллюски имеют органы химического чувства и равновесия. У многих представителей типа есть глаза.

*Органы дыхания* у большинства видов представлены жабрами, у наземных представителей и форм, вторично перешедших к водному образу жизни, — легкими. Моллюски сохранили остатки вторичной полости тела в виде полости околосоудочной сумки и полости, окружающей половые железы. Для *кровеносной системы* характерно сердце, состоящее из желудочка и одного или двух предсердий. Она не замкнута, и часть своего пути кровь проходит по полостям между внутренними органами.

*Пищеварительная система* состоит из передней, средней и задней кишки. В глотке обычно имеется орган для измельчения пищи — терка с расположенными на ней роговыми зубчиками. В среднюю кишку открываются протоки пищеварительной железы — *печени*. *Органы выделения* представлены почками.

Моллюски преимущественно *раздельнополые животные*. У гермафродитных форм оплодотворение перекрестное.

Моллюски произошли от кольчатых червей. Основные классы типа моллюсков — брюхоногие, двустворчатые, головоногие.

### Класс брюхоногие

Брюхоногие, или улитки, обитают в морях, часть их приспособилась к жизни на суше или в пресных водах. Голова хорошо развита, на ней расположены одна-две пары щупалец и одна пара глаз. Тело продолговатое, на спинной стороне выпуклое. У большинства представителей имеется раковина. Характерная черта всех брюхоногих — асимметричность строения. Нога имеет широкую подошву, при помощи сокращений мускулатуры ноги животное медленно и плавно ползет по поверхности.

Один из представителей класса — **большой прудовик**, встречающийся в пресноводных водоемах. Он покрыт спирально закрученной *раковиной* (рис. 126). *Нервная система* большого прудовика представлена нервными узлами, сконцентрированными в окологлоточное кольцо. Органами осязания служат чувствительные клетки, рассеянные в коже, и щупальца, у основания которых находятся глаза. По бокам тела располагаются органы равновесия — пузырьки, внутри которых имеются мелкие известковые тельца и клетки с чувствительными волосками, воспринимающими раздражение при изменении положения известковых телец в пузырьке.

*Дыхание* у прудовика легочное. Воздух через легочное отверстие поступает в особый карман мантии — легкое, стенки которого пронизаны кровеносными сосудами. Здесь происходит газообмен. Точно так же дышат наземные улитки (рис. 127).

*Сердце* состоит из предсердия и желудочка. *Кровеносная система* незамкнутая: кровь из сердца поступает в кровеносные сосуды, а затем изливается в пространство между органами. Отсюда кровь возвращается к органам дыхания и, окислившись, попадает в сердце. Кровь чаще всего бесцветна. Иногда в ней содержится вещество, близкое к гемоглобину. *Пищеварительная система* состоит из ротовой полости, глотки, содержащей мускулистый язык (терку), пищевода, желудочка и кишечника. В глотку открываются протоки слюнных желез, в же-



Рис. 126. Прудовик:

1 — ротовая лопасть, 2 — щупальца, 3 — глаза, 4 — нога, 5 — дыхательное отверстие

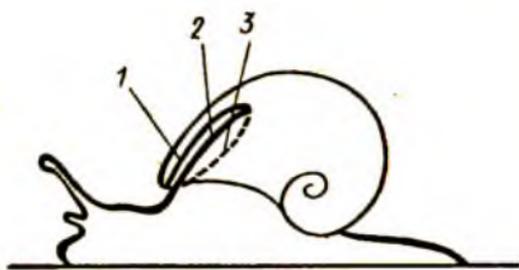


Рис. 127. Схема дыхательных движений легкого у виноградной улитки:

1 — верхняя стенка легочной полости, 2 — положение нижней стенки легочной полости при выходе, 3 — положение нижней стенки легочной полости при входе

лудок впадают протоки печени. *Выделительная система* представлена почкой. Прудовики, как и другие легочные моллюски, *гермафродиты*. Половая железа вырабатывает и яйцеклетки, и сперматозоиды. Оплодотворение перекрестное. Развитие прямое: из яичевой оболочки выходит почти полностью сформированная особь.

Среди морских брюхоногих моллюсков встречаются паразитические формы. Они поселяются главным образом на коже и в полости тела у иглокожих. Паразитизм вызвал у этих моллюсков упрощение строения вплоть до утраты раковины, мантии, ноги, кровеносной и пищеварительной систем.

Брюхоногие моллюски имеют хозяйственное значение. В ряде европейских стран употребляют в пищу виноградную улитку, которую специально разводят для этой цели. Некоторые наземные представители подкласса легочных моллюсков (слизни) наносят вред сельскохозяйственным культурам — посевам озимых, картофелю, свекле, табаку, огородным растениям. Ряд видов брюхоногих моллюсков служит промежуточными хозяевами для сосальщиков (например, малый прудовик).

### Класс двусторчатые

Наибольшее количество видов этого класса обитает в морях и океанах, меньшая часть — в пресноводных

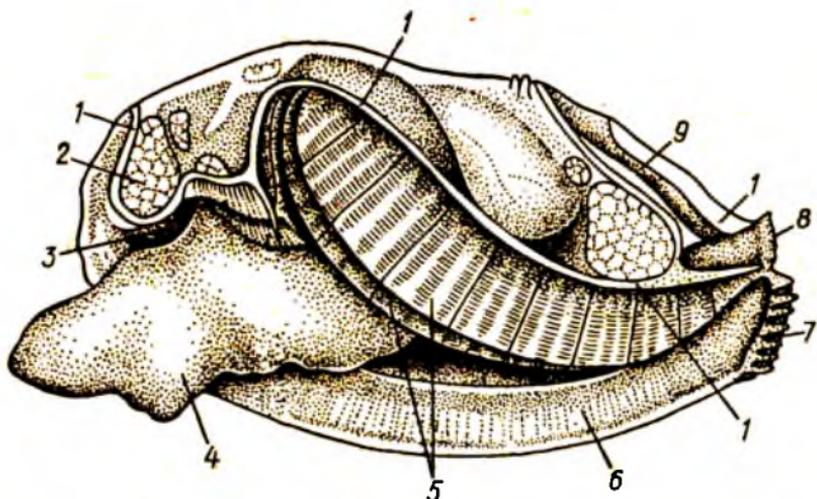


Рис. 128. Схема строения беззубки (раковина и мантия удалены):

1 — линия, по которой обрезана мантия, 2 — мускул-замыкатель, 3 — рот, 4 — нога, 5 — жабры, 6 — правая часть мантии, 7 — вводной сифон, 8 — выводной сифон, 9 — задняя кишка

водоемах. На суше двустворчатые моллюски не встречаются. Типичный представитель класса — **беззубка** (рис. 128). Тело моллюска двусторонне-симметричное, покрыто раковиной, состоящей из двух створок, соединенных между собой эластичной связкой и замыкательными мышцами. Благодаря сокращению мышц створки захлопываются. Когда мышцы расслаблены, створки остаются полуоткрытыми вследствие натяжения связок. Раковина моллюска образуется в результате секреции клеток мантии. Голова редуцирована, и тело состоит из туловища и ноги. Нога сильно сплющена с боков и служит не только для ползания, но и для рытья песка или ила. Скорость передвижения беззубки — 20—30 см/ч.

*Нервная система* состоит из трех пар нервных узлов, которые связаны между собой нервными волокнами. Органы чувств у двустворчатых моллюсков развиты довольно слабо. Щупальца и глаза на переднем конце тела отсутствуют. Иногда глаза расположены по краю мантии или по краям сифонов. Имеются органы равновесия, осязания и химического чувства. *Кровеносная система* состоит из сердца, расположенного на спинной стороне тела, и отходящих от него сосудов, из которых кровь изливается в щели между внутренними органами. *Дыхание* осуществляется с помощью жабр, находящихся в мантийной полости. Питается малоподвижная без-

зубка пассивно. Мантия ее, срастаясь на заднем конце тела, образует два сифона: нижний, жаберный, и верхний, клоакальный. Через жаберный сифон вода поступает в мантийную полость и омывает жабры, чем обеспечивается дыхание. С водой приносятся различные простейшие, мелкие рачки, одноклеточные водоросли, остатки отмерших растений. Отфильтрованные пищевые частицы попадают в *пищеварительную систему* через ротовое отверстие в пищевод, затем в желудок и кишечник, где подвергаются действию ферментов. У беззубки хорошо развита печень, протоки которой впадают в желудок.

*Органы выделения* представлены почкой.

Беззубки *раздельнополы*. Яйца откладываются в жабры. После оплодотворения из них развиваются личинки, которые выталкиваются моллюском через выводной сифон. Личинки прикрепляются к жабрам или плавникам рыб, где растут, питаясь за счет хозяина. Через несколько недель сформировавшийся молодой моллюск покидает тело хозяина и падает на дно. Таким образом, развитие беззубки связано с временным паразитизмом.

Двустворчатые моллюски имеют значение как источник перламутра и жемчуга. Устриц издавна употребляют в пищу. К съедобным моллюскам относятся также дальневосточный гребешок и мидия. Вредный представитель класса двустворчатых моллюсков — корабельный червь. Он разрушает деревянные днища судов, сваи пристаней и т. д.

## ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Тип членистоногие богаче представителями, чем все остальные типы животных: он включает более 1,5 млн. видов. Благодаря ряду крупных ароморфозов представители типа смогли занять одну из высших ступеней в эволюционном развитии беспозвоночных, заселить воду, почву, воздушную среду.

*Тело* членистоногих сегментировано. Сегменты (членики) разных участков тела неодинаковы по строению. Группы сходных сегментов выделяются в отделы, их чаще всего три: голова, грудь, брюшко. Сегменты и отделы тела могут сливаться друг с другом. Снаружи членистоногие покрыты хитиновой оболочкой, образующей наружный скелет.

*Конечности* членистые, имеют две ветви — спинную и брюшную, подвижно соединяются с туловищем при

помощи суставов. Конечности могут выполнять самые разнообразные функции: захвата и измельчения пищи, движения, дыхания. *Мускулатура* представлена отдельными пучками поперечно-полосатых мышц. *Пищеварительная система* состоит из передней, средней и задней кишки. Имеются пищеварительные железы. *Кровеносная система* незамкнутая, сердце располагается на спинной стороне тела. *Органы дыхания* — жабры (преобразованные конечности или выросты стенки конечностей), легкие или трахеи. *Нервная система* состоит из головного мозга и брюшной нервной цепочки. Часто наблюдается слияние нервных узлов и вследствие этого уменьшение их числа по сравнению с числом сегментов тела. *Выделительная система* представлена видоизмененными метанефридиями или мальпигиевыми сосудами.

Членистоногие, как правило, *раздельнополы* и размножаются только половым путем.

Членистоногие произошли от древних многощетинковых кольчатых червей и унаследовали от предков много сходных черт строения: сегментацию тела, двуветвистые конечности, соответствующие параподиям кольчатых червей, кровеносную систему, остатки вторичной полости тела. Возникновение типа членистоногих было обусловлено развитием *ряда ароморфозов: наружного скелета, служащего местом прикрепления пучков поперечно-полосатой мускулатуры, дифференцированной на отдельные пучки, сложных конечностей, сердца, концентрации нервных элементов.* Усложнение нервной системы привело к развитию у высших членистоногих сложных форм поведения.

### Класс ракообразные

К классу ракообразные относятся речные раки, омары, лангусты, крабы, креветки и множество других видов. Подавляющее большинство ракообразных — обитатели морей, озер, рек. Небольшое число видов, например мокрицы, приспособились к жизни на суше. Морские формы распространены до глубины 5000 м. Размеры ракообразных колеблются от 1—2 мм до 3 м.

*Тело* ракообразных покрыто хитиновым панцирем и состоит из головы, груди и брюшка; часто наблюдается слияние головы и груди, например, у речного рака. Хитиновый панцирь ракообразных хорошо защищает живот-

ных, он пропитан известью, что придает большую твердость скелету (рис. 129).

*Конечности* головы представлены пятью парами головных придатков. Первая и вторая пары конечностей выполняют осязательную функцию, третья пара представляет собой верхние челюсти, четвертая и пятая пары — нижние челюсти. Число грудных конечностей варьирует. У речного рака первые три пары грудных конечностей превращены в ногочелюсти. Основная их функция заключается в удержании пищи и перемещении ее ко рту. Вторая и третья пары грудных конечностей несут жабры, а их движение вызывает ток воды через жаберную полость. Пятая — восьмая пары конечностей — ходильные ноги. Брюшные ноги у рака являются совокупительным аппаратом. Таким образом, конечности ракообразных выполняют функции передвижения, дыхания, захвата пищи и размножения (рис. 130).

*Нервная система* состоит из парного надглоточного ганглия (головного мозга), подглоточного ганглия и брюшной нервной цепочки с парным узлом в каждом сегменте. Органы чувств представлены усиками, кото-

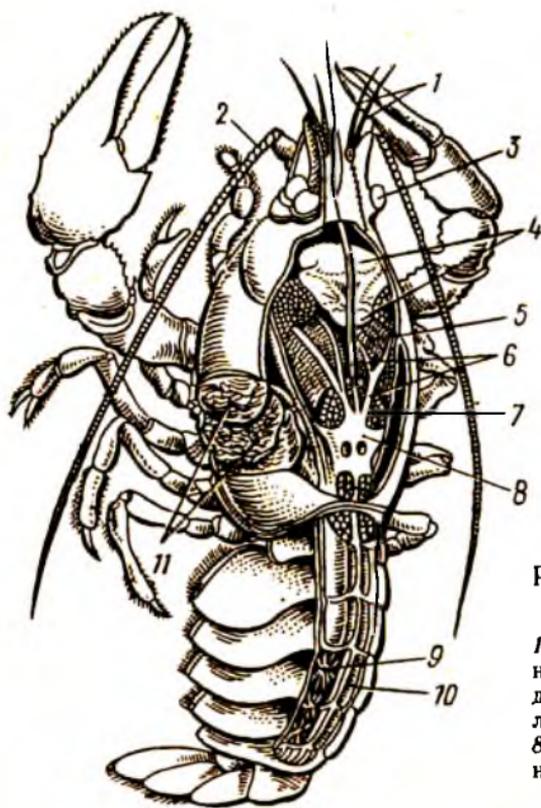


Рис. 129. Вскрытая самка речного рака:

1 — короткие усики, 2 — длинные усики, 3 — глаз, 4 — желудок, 5 — пищеварительная железа, 6 — артерия, 7 — яичник, 8 — сердце, 9 — брюшная нервная цепочка, 10 — задняя кишка, 11 — жабры

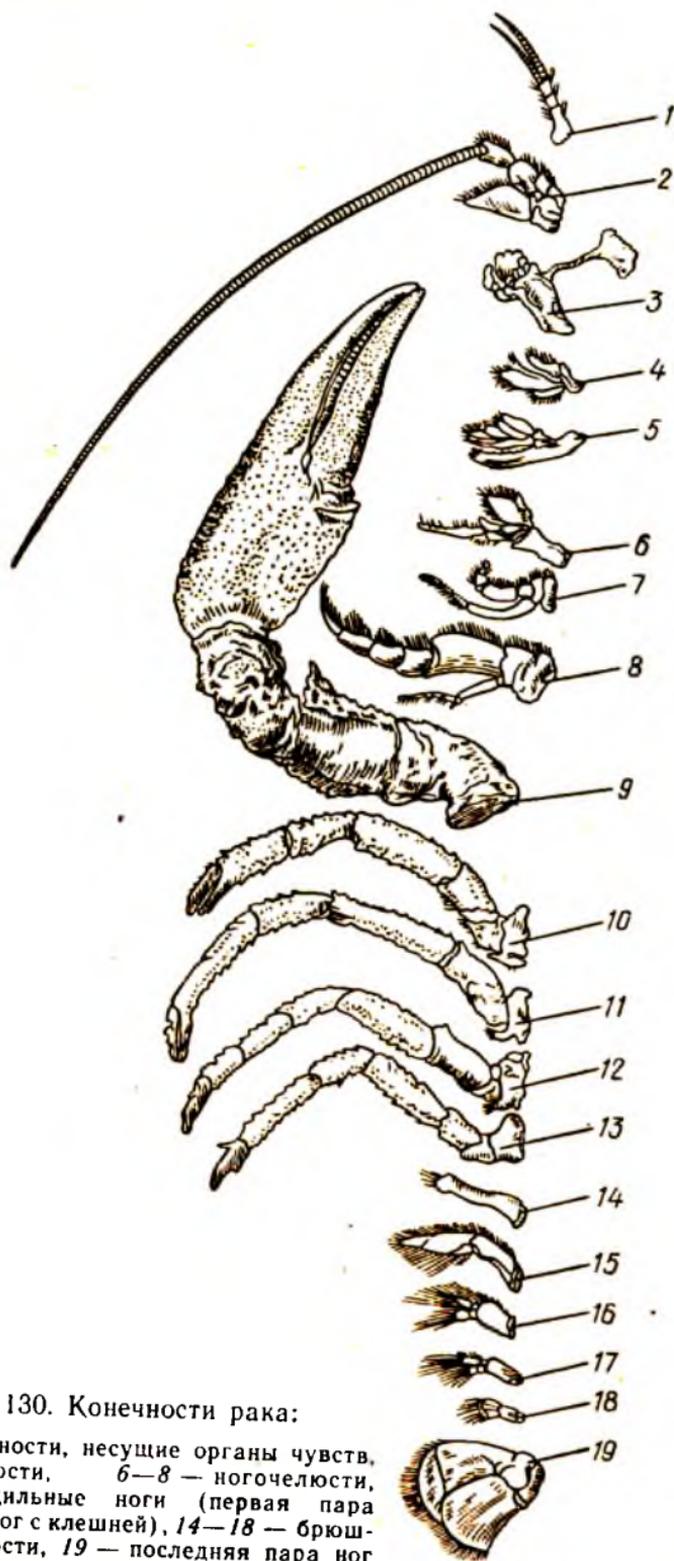


Рис. 130. Конечности рака:

1, 2 — конечности, несущие органы чувств,  
 3—5 — челюсти, 6—8 — ногочелюсти,  
 9—13 — ходильные ноги (первая пара  
 ходильных ног с клешней), 14—18 — брюш-  
 ные конечности, 19 — последняя пара ног  
 брюшка, входящая в состав хвостового  
 плавника рака

рые служат органами обоняния, осязания и химического чувства. Орган зрения — фасеточные глаза, сидящие на подвижных стебельках. Есть орган равновесия.

*Дыхание* осуществляется с помощью жабр. Движение воды в жаберных полостях обусловлено быстрыми колебательными движениями нижней челюсти и первой парой ногочелюстей. У ракообразных, перешедших к наземному существованию, есть особые приспособления, обеспечивающие дыхание атмосферным воздухом. У сухопутных крабов — это измененные жаберные полости, у мокриц — конечности, пронизанные системой воздухоносных трубочек. У многих мелких ракообразных дыхание совершается через поверхность тела.

*Кровеносная система* незамкнутая, состоит из сердца и сети сосудов. Сердце находится на спинной стороне тела и имеет несколько отверстий с клапанами.

*Пищеварительная система* хорошо развита. Пища попадает в рот, затем в пищевод и желудок, который состоит из двух отделов. В первом пища перерабатывается механически, а второй работает как цедильный аппарат, пропускающий только хорошо обработанную пищу. Крупные частицы пищи вследствие особого строения желудка проходят прямо в заднюю кишку, минуя среднюю. Большая часть переваренной пищи и желудка попадает в кишечник. Значительную роль в переваривании играет пищеварительная железа, совмещающая функции печени и поджелудочной железы.

*Органы выделения* представлены «зелеными» железами — видоизмененными метанефридиями. У речного рака они расположены в головной части тела и открываются у основания антенн. Почти все ракообразные раздельнополы. У речного рака развитие прямое, у некоторых других видов — с метаморфозом. Среди ракообразных широко распространен паразитизм. Представители отряда веслоногих паразитируют на жабрах рыб, причиняя им серьезный вред. Отряд карпоедов состоит только из паразитических видов и вызывает иногда массовую гибель рыбы в прудовых хозяйствах. Паразитический образ жизни оказывает глубокое влияние на строение ракообразных. У них редуцируются органы чувств, пищеварительная система, конечности вплоть до полного исчезновения. Некоторые паразиты изменяются настолько, что их принадлежность к ракообразным можно установить только изучая эмбриональное развитие.

Ракообразные имеют немаловажное хозяйственное значение. Ветвистоусые (дафнии), веслоногие (циклопы) раки, бокоплавы служат пищей многим видам животных, в том числе рыбам. Их специально разводят в прудовых хозяйствах для вскармливания мальков. Крупные ракообразные из отряда десятиногих раков (речной рак, langусты, омары, креветки) — объект промысла.

Медицинское значение ракообразных заключается в том, что некоторые из них являются промежуточными хозяевами червей — паразитов человека. Так, в теле циклопа поселяется личинка ленточного червя — широкого лентеца.

### Класс паукообразные

В состав класса входит ряд отрядов, в том числе отряд пауков и отряд клещей. Представителями паукообразных являются скорпионы, сенокосцы, паук-крестовик, тарантулы, клещи и др.

Паукообразные обитают на суше. Подавляющее большинство их — хищники, питающиеся насекомыми, крупные формы могут нападать на мелких ящериц и птенцов (паук-птицеед), есть и паразитические формы — клещи, а также растительноядные.

Тело паукообразных состоит из головогруди и брюшка (рис. 131). Для захвата пищи служит первая пара конечностей головогруди, оканчивающихся клешней, крючком или стилетом. Обычно они короткие, клешневидные. Позади них расположена вторая пара конечностей, которые могут превращаться в ходильные ноги или

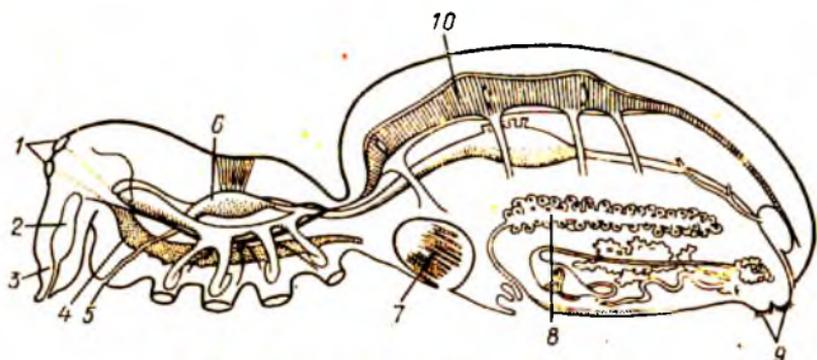


Рис. 131. Схема строения паука:

- 1 — глаза, 2 — ядовитая железа, 3 — конечности ротового аппарата, 4 — мозг, 5 — рот, 6 — сосательный желудок, 7 — легкие, 8 — половая железа, 9 — паутинные бородавки, 10 — сердце

в мощные клещи (скорпионы). У многих пауков вблизи заостренного конца коготков открывается проток ядовитой железы. Яд, впрыскиваемый в жертву, умерщвляет добычу. Конечности членистые, концевой членик служит для осязания, хеморецепции, захвата пищи. Брюшные конечности у паукообразных отсутствуют, они преобразовались в ряд органов — паутинные бородавки, половые придатки, легкие. К производным кожного эпителия относятся различные железы: ядовитые, паутинные, пахучие.

*Нервная система* представлена надглоточным узлом (головной мозг). Количество брюшных нервных узлов зависит от расчлененности тела. У паукообразных имеется несколько пар простых глаз. Они расположены в головной части тела и воспринимают лишь изменения освещенности и движение окружающих предметов. Слабое зрение компенсируется хорошо развитыми органами осязания. Имеются также органы химического чувства. У ряда паукообразных развиты органы чувств, определяющие влажность воздуха.

*Пищеварительная система* хорошо дифференцирована. Паукообразные питаются только разжиженной пищей. С помощью конечностей паук разминает добычу и впрыскивает в нее пищеварительный сок. Добыча поступает в снабженную сильными мышцами глотку, которая всасывает жидкую пищу, и далее в кишечник, где она расщепляется и всасывается. Имеются пищеварительные железы — слюнные и печень. Паукообразные способны поглощать большое количество пищи и долго голодать. Вместимость кишечника увеличивается благодаря слепым выростам.

Основные *органы выделения* у паукообразных — мальпигиевы сосуды, впадающие в заднюю кишку.

*Органы дыхания* у паукообразных представлены легкими или трахеями.

У паукообразных имеется пульсирующий спинной сосуд — *сердце* с несколькими парами отверстий, снабженных клапанами. От сердца отходят *сосуды*, по которым кровь попадает в пространство между органами, а затем в легкие, где происходит газообмен; по легочным венам кровь возвращается в сердце. Кровь у паукообразных, как правило, бесцветна. У клещей кровеносная система наименее развита. Степень развития кровеносной системы зависит от строения легких или трахей и от размеров животного.

Паукообразные — *раздельнополые животные*. В связи с выходом на сушу наружное оплодотворение сменяется наружно-внутренним. Размножение паукообразных интенсивное, некоторые самки клещей откладывают до 30 тыс. яиц. Кладки происходят несколько раз в год.

Выход паукообразных на сушу связан с появлением многих приспособлений к наземному образу жизни. Жаберное дыхание сменилось легочным, и в ряде случаев возникло трахейное дыхание. Усовершенствовалась выделительная система. Сократилось число сегментов тела. Происходит дальнейшая концентрация нервной системы.

Для пауков характерно развитие паутинных желез. Паутина используется для построения гнезд, защиты, спаривания, устройства яйцевых коконов, для расселения. Она способствует также созданию в гнезде микроклимата, необходимого паукам, благодаря ее натяжению паук ощущает жертву. Паутинный аппарат располагается на брюшке, где обычно находятся три пары паутинных бородавок, и имеет сложное строение. Так, у паука-крестовика насчитывается 500—1000 паутинных желез, протоки которых открываются на паутинных бородавках. Паутина выделяется железами разных типов. На образование паутинной рамы идут более сухие и толстые нити. Липкие нити состоят из секрета других желез.

Пауками питаются многие мелкие млекопитающие, птицы, ящерицы, лягушки, из насекомых — медведки, некоторые хищные жуки, мухи, осы. Но главные враги пауков — осы из семейства помпилы. Сначала осы парализуют пауков укусом жала и перетаскивают их в свою норку. Яйца откладываются в тело паука, и развивающиеся личинки питаются его тканями, которые представляют собой как бы «живые консервы».

### Класс насекомые

Насекомые — самый разнообразный, многочисленный и высокоорганизованный класс членистоногих. Число видов, входящих в него, превышает 750 тыс. Класс включает 30 отрядов. Насекомые приспособились практически ко всем условиям жизни.

Тело насекомых состоит из трех отделов: головы, груди и брюшка. В головной части находятся ротовой аппарат, органы чувств — зрения, обоняния, осязания.

На груди, состоящей из трех сегментов, расположены три пары конечностей. В брюшке сосредоточены средняя и задняя кишка, жировое тело, выделительная система, половые органы, дыхательный аппарат.

Одна из характерных черт насекомых — наличие *летательного аппарата*. Крылья представляют собой складки стенки тела и пронизаны жилками, внутри которых проходят трахеи и нервы.

При смене образа жизни, например при переходе к паразитизму (вши, блохи) или изменении экологической ниши, наблюдается редукция крыльев. Помимо функции полета крылья выполняют защитную функцию, например у жуков передние крылья видоизменены в надкрылья. У некоторых форм насекомых (мухи) развивается одна передняя пара крыльев, задняя же редуцирована.

*Конечности* насекомых состоят не более чем из пяти члеников. Они приспособлены для хождения, бега, хватания, прыгания, плавания, размножения и т. д. Наиболее древние функции конечностей — хождение и бегание. Остальные функции связаны с идиоадаптациями — приспособлениями животных к различным условиям обитания. Мышечная система представлена отдельными пучками поперечно-полосатых волокон.

Тело и конечности животных имеют *хитинизированный покров* — кутикулу, который является наружным скелетом. Кутикула многих насекомых снабжена большим количеством волосков, выполняющих функцию осязания. Окраска насекомых очень разнообразна. Она может быть покровительственной или предупреждающей. На поверхность тела насекомого открываются протоки многих желез. Пахучие выделения помогают особям одного вида находить друг друга или отпугивать врагов.

*Нервная система* состоит из головного мозга и брюшной нервной цепочки. Головной мозг насекомых имеет сложное строение и состоит из переднего, среднего и заднего отделов. Передний отдел связан с развитием зрительного аппарата, в его состав входят «грибовидные тела», одна из функций которых — формирование условных рефлексов. Наибольшего развития они достигают у общественных насекомых. Нервные узлы как брюшка, так и груди могут сливаться.

У насекомых наблюдаются сложные формы поведения. Пчелы, термиты, муравьи могут передавать полученную информацию посредством танцев, движений.

Осы и пчелы после первого вылета запоминают место гнезда и ближайшие ориентиры. У общественных насекомых в гнезде существует разделение труда.

*Органы чувств* насекомых чрезвычайно многообразны и способствуют тончайшим приспособлениям к разнообразным условиям среды. Насекомые различают цвета, форму предмета. Цветовое зрение у насекомых отличается от цветовой гаммы, воспринимаемой человеком. Так, пчелы и муравьи воспринимают ультрафиолетовые лучи, большинство насекомых плохо различает красный цвет. Насекомые лучше видят движущиеся предметы, чем неподвижные.

Помимо органов зрения у насекомых есть рецепторы, реагирующие на изменение температуры.

У насекомых доказано существование слуха. Так, некоторые бабочки могут воспринимать колебания до 175 тыс. Гц. Очень хорошо развиты у насекомых органы обоняния и вкуса.

*Органы дыхания* представлены трахеями, которые начинаются отверстиями — дыхальцами, через которые воздух поступает в трахеи по их разветвлениям — в отдельные клетки (рис. 132). Отверстия дыхалец расположены на боковых поверхностях груди и брюшка. Открывание и закрывание дыхалец регулируется специальным замыкательным аппаратом. Вентиляции трахей способствует сокращение брюшка. Живущие в воде насекомые — водяные жуки и клопы — периодически поднимаются на поверхность воды для запасания воздуха. Воздух захватывается волосками конечностей. Личинки многих водных насекомых дышат растворенным в воде кислородом. У личинки стрекозы, обитающей в водоемах, дыхание происходит благодаря циркуляции воды в задней кишке.

*Кровеносная система* незамкнутая. Строение крове-

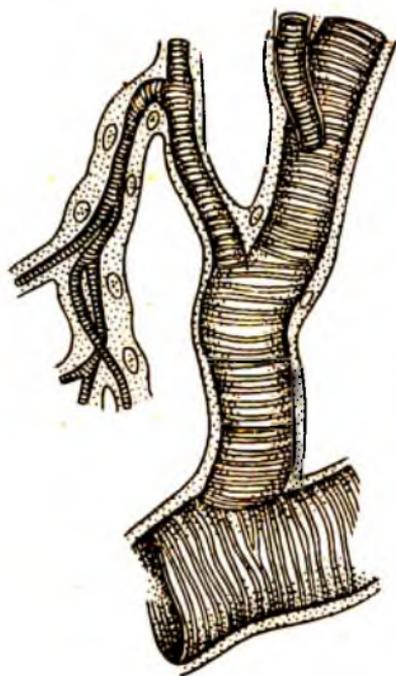


Рис. 132. Строение трахей насекомых

носной системы очень упрощено вследствие развития трахейной системы, кровь почти не принимает участия в обмене газов, а выполняет транспортную функцию и разносит гормоны и питательные вещества к тканям тела. *Сердце* представляет собой сокращающийся спинной сосуд, состоящий из нескольких камер, разделенных клапанами, которые пропускают кровь лишь в одном направлении (рис. 133).

Громадное разнообразие освоенных насекомыми источников пищи привело к многообразию строения *ротового аппарата*. Эволюционно самый древний — грызущий аппарат. В результате идиоадаптаций он преобразовался в колющий (двукрылые), сосущий (чешуекрылые), колюще-сосущий (клопы), лижущий (мухи), грызуще-сосущий (пчелы, шмели) (рис. 134). С передней кишкой связаны слюнные железы. Их секрет смачивает и частично растворяет твердую пищу. У пчел секрет слюнных желез при смешивании с нектаром пре-

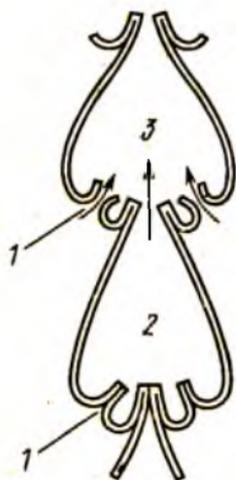
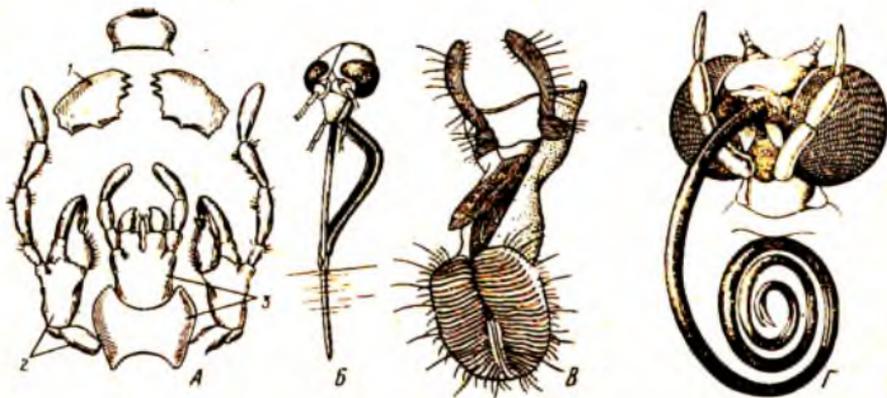


Рис. 133. Схема работы сердца насекомого: 1 — отверстия, 2 — камера сердца в состоянии сокращения, 3 — камера сердца в состоянии расслабления

Рис. 134. Ротовые органы насекомых. А — грызущий ротовой аппарат таракана; Б — колющий ротовой аппарат комара; В — лижущий ротовой аппарат мухи; Г — сосущий ротовой аппарат бабочки:

1 — верхняя челюсть, 2 — нижняя челюсть, 3 — нижняя губа



вращается в мед. У гусениц слюнные железы превратились в прядильные. Они выделяют тонкую нить — шелковинку. Рабочие пчелы секретом глоточных желез вскармливают личинок будущей пчелиной матки.

*Пищеварительная система* имеет сложное строение. Из ротовой полости пища попадает в мускулистую глотку, которая у многих насекомых способна засасывать пищу. Глотка ведет в пищевод, который может сильно расширяться и образовывать зоб (рабочие пчелы). За зобом обычно следует мускулистый жевательный желудок. Из передней кишки пища попадает в среднюю кишку, где происходит переваривание и всасывание, и далее в заднюю кишку, заканчивающуюся анальным отверстием. В задней кишке всасывается излишек воды (рис. 135).

*Выделительная система* представлена тонкими трубчатыми слепыми выростами кишечника — мальпигиевыми сосудами. Продукты обмена всасываются стенками мальпигиевых сосудов из полости тела и выделяются в заднюю кишку. У водных насекомых мальпигиевы сосуды регулируют осмотическое давление. Кроме этих сосудов выделительную функцию у насекомых выполняет жировое тело. В нем накапливаются также питательные вещества, которые используются в период метаморфоза.

*Размножение у насекомых половое.* У бабочек, жуков, двукрылых оплодотворение внутреннее (самец вводит сперматофор в половые пути самки с помощью совокупительного органа). Развитие насекомого происходит с полным и неполным превраще-

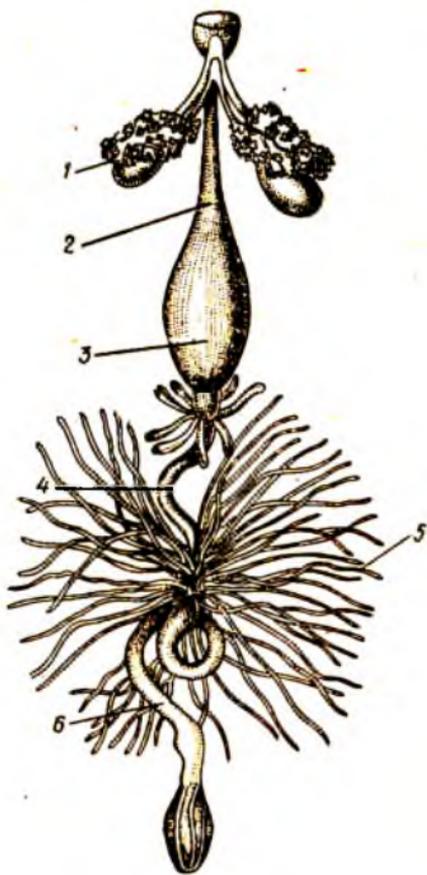


Рис. 135. Пищеварительная система черного таракана:

1 — слюнные железы, 2 — пищевод, 3 — зоб, 4 — средняя кишка, 5 — мальпигиевы сосуды, 6 — задняя кишка

нием. При *развитии с полным превращением* из яиц выходят личинки, резко отличающиеся по строению и образу жизни от взрослого насекомого. Полное превращение отличается от неполного сменой четырех фаз: яйца, личинки, куколки и имаго (взрослое половозрелое насекомое). Две фазы развития — личиночная и взрослая — имеют разное приспособительное значение. Личиночная стадия составляет наиболее длительный период жизни насекомого, во время которого накапливаются питательные вещества. Крылатая (взрослая) фаза обеспечивает размножение и расселение. *Развитие с метаморфозом* характерно для пауков, блох, пчел, ос, муравьев и др.

Личинки с неполным превращением по строению в основном похожи на взрослое насекомое (саранча, кузнечики, тараканы и др.), различие заключается главным образом в недоразвитии половых желез.

*Роль насекомых* очень велика в почвообразовании, особенно в разрушении листового опада. Важное значение имеют насекомые в опылении цветковых растений. Некоторые растения не способны размножаться без насекомых-опылителей. У одних растений цветки опыляются разными насекомыми, у других — только определенными видами. Связано это в первую очередь с различиями в строении цветка. Например, клевер среднерусская пчела из-за недостаточной длины хоботка опылять не может, к этому способна лишь длиннохоботковая кавказская пчела или шмель. Многие культурные растения не могут опыляться домашней пчелой, а только дикой. Цветки, которые раскрываются ночью, опыляются ночными бабочками. Большинство цветковых растений (около 80%) связано с жизнью насекомых.

Человек использует в хозяйстве пчел, тутового шелкопряда, лаковых червецов, выделяющих вещества, обладающие исключительными изоляционными свойствами, а также краску — кармин. Вред, причиняемый некоторыми насекомыми культурным растениям, очень велик. Насекомые объедают листья, многие приспособились к жизни в древесине, лубе, плодах, орехах, желудях, в головках клевера, в соломинках злаков, в стеблях травяных растений.

Насекомые-вредители могут быть многоядными и специализированными. Так, сахарный долгоносик повреждает сахарную свеклу, филлоксеры — виноградную лозу и др. Все вредители культурных растений постепен-

но перешли на них с дикорастущих видов. Причинами распространения вредителей могут быть естественные миграции насекомых, а иногда завоз их из других стран. Так, около 100 лет назад колорадский жук перешел с дикого картофеля на культурный в одном из штатов Америки. Затем он распространился по территории всей Америки. Во время первой мировой войны он был завезен во Францию и быстро там размножился. За период с 1922 по 1941 г. он достиг границ Германии. После второй мировой войны распространился в Чехословакии, Югославии, Польше, СССР.

Многие насекомые являются хищниками или паразитами других насекомых. Это свойство используется для разработки биологических методов борьбы с вредителями. Случайно завезенный в СССР вредитель сельского хозяйства — кровяная тля — не нашла в нашей стране естественных врагов, и расселение паразита этой тли во многих районах дало отличный результат.

Для борьбы с вредителями используются и химические вещества. Химические препараты эффективны в очень малых дозах, но они действуют и на полезных насекомых-опылителей, паразитов вредителей, а также на многих насекомых-почвообразователей. Поэтому ученые высказываются за ограничение применения ядов.

Мероприятия по борьбе с вредителями должны быть направлены на создание условий, препятствующих массовому размножению вредителей (выведение устойчивых сортов, соблюдение агротехники), а не на уничтожение уже появившихся. Химическая борьба должна быть одним из элементов всей совокупности мероприятий и ее следует использовать на небольших территориях в начале вспышки размножения.

Длительное применение химических методов борьбы с вредителями ведет к приспособлению паразитирующих насекомых к химическим веществам и снижению чувствительности к ним.

## ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

### ТИП ХОРДОВЫЕ

К типу хордовые относится около 40 тыс. видов, обитающих в морях, пресных водоемах, на суше и в воздухе. Тип включает три подтипа: оболочники; бесчерепные, или голохордовые; черепные, или позвоночные. Обо-

лочки сильно изменены вследствие прикрепленного образа жизни (см. с. 153). Бесчерепные представлены небольшим числом форм (около 20 видов). Наиболее многочисленны и разнообразны по строению и среде обитания позвоночные животные.

Представители всех трех подтипов объединяются следующими основными признаками:

1. В отличие от беспозвоночных животных у них имеется внутренний осевой скелет — спинная струна, или хорда. У бесчерепных она сохраняется всю жизнь, у позвоночных замещается хрящевым или костным позвоночником.

2. Центральная нервная система имеет вид трубки, расположенной на спинной стороне тела над хордой. Полость нервной трубки называется невроцелем. У большинства хордовых передний отдел нервной трубки разрастается, образуя головной мозг. Невроцель в этом случае носит название желудочков головного мозга.

3. Пищеварительная трубка расположена под хордой. В переднем ее отделе находятся отверстия (жаберные щели), сообщающиеся с внешней средой. Жаберные щели сохраняются либо всю жизнь (бесчерепные, из позвоночных — круглоротые, рыбы), либо только в эмбриональном периоде развития (большинство амфибий, наземные позвоночные).

4. Сердце или заменяющий его сосуд расположено на брюшной стороне тела и направляет кровь к головному концу тела.

5. Наружные покровы имеют двухслойное строение и состоят из эпидермиса и расположенной над ним соединительно-тканной дермы.

Хордовые обладают рядом признаков, характерных и для других групп животных. К ним относятся двусторонняя симметрия тела, вторичная полость тела (целом), метамерное (сегментарное) строение многих органов.

#### ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫЕ

Бесчерепные — немногочисленная группа примитивных хордовых животных, у которых все основные признаки типа сохраняются на протяжении всей жизни. Обитают исключительно в морях, где ведут донный образ жизни, зарывшись в песок.

Типичный представитель бесчерепных — *ланцетник*

Рис. 136. Внутреннее строение ланцетника. Поперечный разрез тела в области кишечника:

1 — хорда, 2 — нервная трубка, 3 — кишечная трубка, 4 — полость тела, 5 — мышцы



(рис. 136). Это небольшое полупрозрачное животное длиной 5—8 см, с узким, уплощенным с боков телом. Обособленной головы нет. По спинной стороне тянется складка — спинной плавник. Огибающая хвостовой отдел тела, плавник придает ему ланцетовидную форму (откуда название животного). На спинной стороне располагается осевой скелет — хорда, одетая плотной соединительнотканной оболочкой, над хордой вдоль всего тела тянется нервная трубка. Справа и слева в нижней части туловища находятся складки, образующие полость. Складки окружают жаберные щели, через которые выходит поступающая в глотку вода. Ланцетник постоянно пропускает воду через глотку с помощью движения шупалец, окружающих ротовую воронку. Таким образом, по способу питания ланцетник — типичный фильтратор. Поступающие с током воды пищевые частицы задерживаются слизью и с помощью ресничек мерцательного эпителия, выстилающего глотку, направляются в кишечник. Вода через многочисленные жаберные щели выводится наружу. Следовательно, первичная функция жаберного аппарата глотки хордовых животных — фильтрация воды для захвата пищи.

В перегородках между жаберными щелями проходят кровеносные сосуды — жаберные артерии, через стенки которых происходит газообмен между кровью и омывающей жаберные перегородки водой. Однако дыхательная функция жаберного аппарата — не главная для ланцетника. Кровь его бесцветна, не содержит дыхательных пигментов. Снабжение тела кислородом осуществляется главным образом путем диффузии через кожные покровы.

Кровеносная система замкнутая. Сердца нет. Ток крови поддерживается пульсирующей брюшной аортой.

Органы выделения представлены многочисленными парными нефридиями, напоминающими метанефридии некоторых кольчатых червей.

Ланцетники — раздельнополые животные. Гаметы

выбрасываются в воду, где происходит оплодотворение и развитие личинки.

В экологических системах значение ланцетника невелико. Как фильтратор он принимает участие в регуляции численности планктонных организмов.

Палеонтологические остатки бесчерепных не сохранились. На основании сравнительно-анатомических и эмбриологических данных считают, что их предки, существовавшие уже в начале палеозойской эры, были свободноплавающими двусторонне-симметричными животными. Затем часть из них перешла к пассивному донному существованию. Другие сохранили свободный образ жизни и дали начало позвоночным животным.

### ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ, ИЛИ ЧЕРЕПНЫЕ

Позвоночные животные характеризуются значительно более высоким уровнем организации, чем оболочники и бесчерепные. Это выражается как в сложном строении тела, так и в совершенстве физиологических функций. Позвоночные ведут активный образ жизни, перемещаясь в широких пределах в поисках пищи, спасаясь от врагов, выбирая места для размножения и разыскивая особей другого пола. Позвоночные проявляют сложные формы индивидуального и коллективного поведения.

Активный образ жизни и высокая приспособленность к самым разнообразным условиям внешней среды определяются рядом ароморфозов, в результате которых возник подтип. К ним относятся:

— образование головного мозга и подразделение его на пять отделов;

— формирование осевого скелета в виде прочного позвоночного столба;

— возникновение черепа, служащего средством механической защиты для головного мозга и органов чувств, защитой же спинному мозгу служат дуги позвонков;

— развитие в переднем отделе кишечной трубки подвижных частей скелета — челюстного аппарата, обеспечивающего схватывание, удержание добычи, а у высших позвоночных и измельчение ее;

— развитие сердца, обеспечивающего быстрый кровоток;

— возникновение парных конечностей, обусловив-

ших возможность быстрого и направленного перемещения в пространстве;

— высокий уровень дифференцирования всех органов и систем.

Помимо указанных свойств позвоночных характеризуют следующие общие черты организации. *Тело* делится на голову, туловище и хвост. Наружный покров — *кожа* — двухслойна. Она состоит из многослойного эпидермиса, образующего многочисленные железы и разнообразные придатки (чешуя, перья, волосы, когти), и соединительно-тканной дермы, обладающей большой прочностью.

*Мускулатура* представлена поперечно-полосатыми мышцами. У низших позвоночных, как и у ланцетника, она имеет сегментированный характер. У высших в связи с разнообразием движений и усложнением скелета мышцы распадаются на отдельные пучки.

*Скелет* хрящевой или костный. Различают осевой скелет (позвоночный столб и мозговой череп), висцеральный скелет (жаберные дуги и их производные — челюсти и др.), скелет конечностей и их поясов. Пояса конечностей всегда расположены внутри тела животного, свободные конечности бывают двух типов: плавник и пятипалая конечность наземных позвоночных. Между ними существует принципиальное различие. В плавнике скелет представлен несколькими рядами хрящей или костей, которые перемещаются относительно пояса как единый рычаг. Скелет конечности наземных животных состоит из ряда рычагов, способных перемещаться не только совместно относительно пояса конечности, но и по отношению друг к другу. Это обеспечивает гораздо большее разнообразие движений.

*Пищеварительная система* представлена трубкой, начинающейся ротовым и заканчивающейся анальным отверстием. Пищеварительный тракт подразделяется на следующие отделы: ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку. Пищеварительные железы — печень, поджелудочная железа — развиваются в эмбриональном периоде, как и кишка, из энтодермы.

*Дыхательная система* представлена жабрами (у круглоротых и рыб) и легкими у всех остальных классов позвоночных.

*Кровеносная система* замкнутая. Сердце имеет разное число камер в зависимости от уровня организации.

У низших позвоночных имеется один круг кровообращения, через сердце проходит и направляется к жабрам венозная кровь.

Начиная с амфибий, появляется второй — легочный — круг кровообращения.

Полное разделение артериального и венозного кровотока у птиц и млекопитающих — крупный ароморфоз в филогенезе позвоночных, послуживший морфологической основой теплокровности животных этих классов и уменьшению их зависимости от неблагоприятных абиотических факторов внешней среды.

*Выделительная система* представлена парными органами — почками. Позвоночные животные раздельнополы (гермафродитизм как исключение встречается у немногих видов низших позвоночных). Самые ранние представители позвоночных обнаружены в силурийских отложениях. Палеонтологические находки дают основание полагать, что первичные черепные животные в своей эволюции разделились на две ветви. Первая включила бесчелюстных, часть которых приспособилась к донному образу жизни и питанию детритом. Как защитное приспособление у них развивается костный панцирь, покрывающий тело. Другая ветвь этих животных стала полупаразитами и, таким образом, оказалась предком современных круглоротых.

Вторая — основная — ветвь эволюции первичных челюстных привела к формированию челюстей как органа активного нападения и защиты. Челюстноротые дали рыб и впоследствии всех высокоорганизованных позвоночных. В настоящее время подтип включает семь классов, которые делятся на две большие группы: позвоночные без зародышевых оболочек (анамнии) и позвоночные с зародышевыми оболочками (амниоты). Первую группу составляют классы круглоротых, хрящевых рыб, костных рыб, амфибий. Поскольку зародыши у этих классов развиваются в воде, их называют первичноводными животными.

Во вторую группу входят классы пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Их зародыши развиваются на суше, поэтому они носят название первичноназемных животных. Зародыши окружены водной оболочкой (амнионом), откуда название группы. Некоторые представители амниот вернулись в водную среду (киты). Это вторичноводные животные.

## Класс круглоротые

Современные круглоротые включают два отряда — миноги и миксины. Миксины распространены исключительно в морях и океанах, встречаются на глубинах от 20 до 350 м, редко больше. Имеют длину тела от 50 см до 1 м. Ведут исключительно паразитический образ жизни, введаясь в тело жертвы, иногда проникая глубоко внутрь. Питаются рыбой.

Миноги распространены как в морских, так и в пресных водах. Морские миноги для нереста заходят в реку.

Длина тела у разных видов от 30 до 100 см. Присасываясь к рыбам, питаются их кровью и мясом. Некоторые виды поедают икру рыб.

Круглоротые — самая примитивная группа позвоночных. Они не имеют челюстей и парных конечностей. Ротовой отдел представлен присасывательной воронкой, на дне которой находится ротовое отверстие. На стенках присасывательной воронки и на языке расположены многочисленные роговые зубы. Тело удлинненное, кожа голая, с многочисленными слизистыми железами. Осевой скелет представлен в основном хордой, окруженной толстой соединительно-тканной оболочкой. Оболочка окружает и лежащую над хордой нервную трубку. В соединительно-тканной оболочке находится ряд парных хрящей, представляющих собой зачатки верхних дуг позвонков (напомним, что позвонки — хрящевые и костные — в филогенезе развиваются именно из соединительно-тканной оболочки, окружающей хорду, и вытесняют ее).

Мозговой череп представлен только хрящевой пластинкой, подстилающей головной мозг. Висцеральный (жаберный) скелет состоит из нерасчлененных жаберных дуг. У круглоротых имеется сердце, состоящее из предсердия и желудочка. Венозная кровь из желудочка поступает в жабры, где окисляется и по выносящим жаберным артериям попадает в спинную аорту, откуда распространяется по всему телу.

Нервная система состоит из головного и спинного мозга. Головной мозг имеет небольшие размеры, но, как у всех позвоночных, состоит из пяти отделов: переднего, промежуточного, среднего мозга, мозжечка и продолговатого мозга. Органы чувств развиты слабо. У миксин глаза дегенерируют в связи с паразитическим образом жизни.

На примитивность организации круглоротых указывает и строение *органов размножения*. Половая железа непарная и не имеет выводных протоков. Половые продукты через разрыв стенки гонады попадают в полость тела и через мочевыводящие пути выбрасываются наружу.

*Развитие* у миксин прямое; у миног образуется личинка, строением и образом жизни очень сходная с ланцетником. Личиночный период развития достигает нескольких лет. Некоторые виды миног имеют промысловое значение.

### Классы хрящевые и костные рыбы

Рыбы — водные позвоночные животные. Это процветающая группа животных, распространенная в морских и пресных водах и насчитывающая более 20 тыс. видов.

К хрящевым рыбам относятся главным образом акулы и скаты. Распространены в морях и океанах, преимущественно в тропических широтах.

Размеры тела у разных видов составляют от 20 см до 15—20 м. Форма тела веретеновидная, обтекаемая у хороших пловцов (акулы) и уплощенная у донных форм (скаты).

Для этой группы низших позвоночных характерны следующие примитивные черты. Кожа покрыта так называемой плакоидной чешуей, образованной дентином и покрытой снаружи эмалью. Плакоидная чешуя заходит также в ротовую полость и покрывает челюсти, выполняя здесь функцию зубов. (В основном так же устроены зубы млекопитающих, т. е. эти образования у хрящевых рыб и млекопитающих гомологичны.)

Скелет хрящевой. Позвоночник состоит из двух отделов: туловищного и хвостового. Внутри тел позвонков сохраняется хорда. Мозговой череп полностью сформирован, сверху головной мозг закрывает крыша мозговой коробки. Висцеральный череп состоит из челюстной дуги (челюстей), образованной двумя парами хрящей, и жаберных дуг, которых обычно бывает пять и которые тоже расчленены на четыре отдельных хрящика. Это обстоятельство — членистость жаберных дуг — предопределило их подвижность и возможность развития из них челюстей у примитивных позвоночных (см. с. 163) на ранних этапах эволюции подтипа. Жаберные щели (обычно пять, у немногих видов до семи) открываются с

одной стороны в глотку, с другой — непосредственно наружу. Жаберных крышек нет. Нет также плавательного пузыря, почему акулы должны находиться в постоянном движении.

Наряду с примитивными качествами хрящевые рыбы обладают и рядом прогрессивных черт. В частности, у них относительно большой головной мозг, хорошо развиты органы обоняния, яйцеклетки содержат много желтка, некоторые виды живородящи. Кое-где акулы имеют промысловое значение.

подавляющее большинство рыб относится к классу костных и имеет костный или костно-хрящевой скелет.

Класс включает четыре подкласса: хрящекостные (осетровые), лучеперые (сельди, лососи, карпы, угри, щуки, колюшки, окуни, камбалы и др.), двоякодышащие (протоптерус), кистеперые (латимерия).

Костные рыбы распространены в самых разнообразных водоемах. Разнообразие условий жизни обуславливает и многообразие видов этого класса. Форма тела рыб может быть торпедовидной (скумбрия, кефаль, тунец), стреловидной (щука), сплюсненной с боков (камбала), шаровидной (кузовки) и пр.

Двигаются рыбы благодаря движениям хвостового плавника. Парные конечности (грудные и брюшные плавники) выполняют функции рулей глубины. Некоторые морские и пресноводные виды способны выпрыгивать из воды и совершать планирующий полет в воздухе на расстояние до 200—400 м (летучие рыбы).

Основные черты строения рыб показаны на рис. 137 на примере костистой рыбы — представителя наиболее многочисленной группы рыб.

*Наружные покровы* рыб образованы многослойным плоским эпителием (эпидермисом) и соединительнотканной дермой. В эпителии находятся многочисленные одноклеточные железы, образующие слизь. Слизь покрывает тело рыбы и способствует уменьшению трения при плавании. У большинства видов в коже имеются защитные образования — костные чешуи. В коже располагаются также пигментные клетки, обуславливающие их окраску, наличие пятен или полос. Благодаря пигментным клеткам некоторые рыбы могут изменять окраску тела в зависимости от окружающего фона (например, камбалы, см. рис. 51).

*Скелет* состоит из позвоночника, мозгового черепа, висцерального скелета и конечностей (парных плавни-

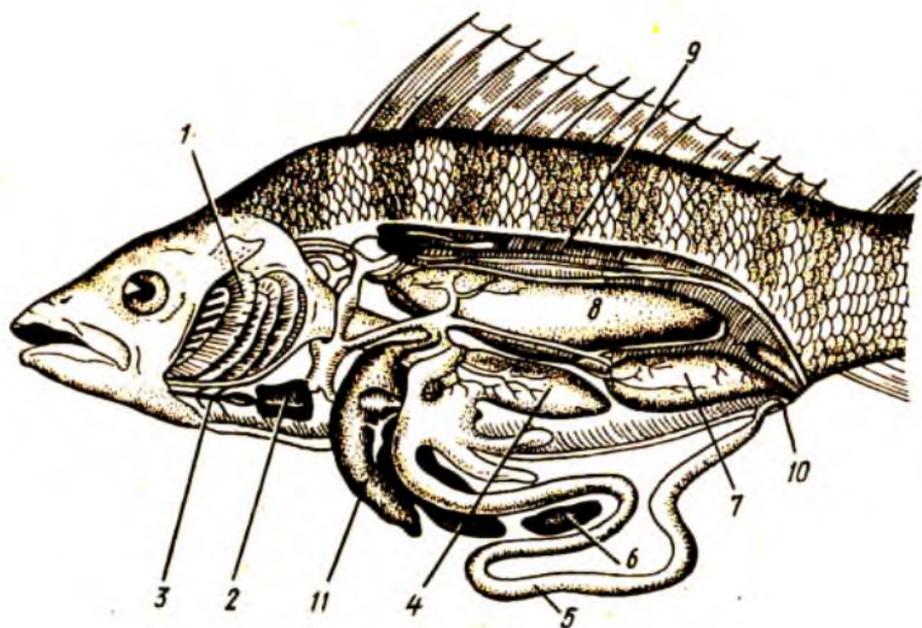


Рис. 137. Строение рыбы:

1 — жабры, 2 — сердце, 3 — брюшная аорта, 4 — желудок, 5 — кишка, 6 — селезенка, 7 — половая железа, 8 — плавательный пузырь, 9 — почки, 10 — анальное отверстие, 11 — печень

ков и их поясов). В позвоночнике выделяют туловищный и хвостовой отделы. С поперечными отростками тел позвонков сочленяются ребра. Костные лучи плавников присоединяются к костям поясов конечностей.

*Центральная нервная система* включает головной и спинной мозг. Головной мозг состоит из пяти отделов, из которых наибольших размеров достигает средний мозг и мозжечок. Спинной мозг находится в канале, образованном верхними дугами позвонков.

Большое значение в жизни рыб имеют *органы чувств*, позволяющие им ориентироваться в пространстве.

Органы зрения — глаза — имеют круглый хрусталик и утолщенную роговицу, что позволяет животным различать предметы на небольшом расстоянии — 10—15 м.

Значительно большее значение имеют органы обоняния и вкуса, т. е. органы химического чувства. Значение этих органов для ориентации в пространстве и выборе направления демонстрируется, в частности, тем, что вкусовые почки располагаются не только в слизистой оболочке, выстилающей ротовую полость, но и в различных участках кожи. Чрезвычайно высокая чувствитель-

ность органов химического чувства позволяет рыбам совершать миграции к местам нереста на расстояния в тысячи километров (угри, лососи). Для рыб характерны *органы боковой линии*. Они представляют собой возникающие из эктодермы группы чувствующих клеток, снабженные ресничками и расположенные на дне желобков или в каналах, сообщающихся с наружной средой отверстиями. Каналы органов боковой линии тянутся вдоль тела и воспринимают колебания воды, скорость и направление течений, наличие предметов, находящихся на пути движения рыбы. Точность такой ориентировки очень велика: ослепленные рыбы плавают с обычной скоростью, не натываясь на препятствия, и успешно схватывают плавающую добычу. Рыбы могут также воспринимать колебания напряженности магнитных и электрических полей, звуковые колебания. Орган слуха и равновесия состоит из внутреннего уха, состоящего из трех полукружных каналов (орган равновесия), и полового мешочка, воспринимающего звуковые колебания. Рыбы сами способны издавать звуки, имеющие значение сигналов при разыскивании корма, во время размножения и пр. Звуки эти очень распространены и представляют собой скрип, щелчки, трели, стоны, возникающие при трении зубов, сочленений между костями, при изменении объема плавательного пузыря.

*Пищеварительная система* рыб начинается ротовой полостью, содержащей многочисленные недифференцированные (т. е. одинаковой формы) зубы. Зубы расположены не только на челюстях, но и на других костях, ограничивающих ротовую полость (нёбных и др.). Служат они только для захвата и удержания добычи. Рыбы заглатывают пищу без предварительной химической обработки, слюнных желез у них нет. Из ротовой полости по пищеводу пища поступает в желудок, где частично расщепляется с помощью желудочного сока, содержащего соляную кислоту и пепсин. Окончательная переработка пищи осуществляется в кишечнике. В процессах пищеварения принимают участие секреты, выделяемые печенью и поджелудочной железой. В переваривании пищи, особенно у растительноядных видов, большую роль играют также ферменты, выделяемые обитающими в кишечнике симбиотическими простейшими и бактериями. Пища рыб очень разнообразна. Многие из них (а в молодом возрасте все) питаются планктоном. К растительноядным относятся белые амуры и толстолобы.

Большинство рыб кормится смешанной пищей. Рацион таких рыб состоит главным образом из беспозвоночных, обитающих в толще воды или в грунте. Донные рыбы раскапывают грунт и добывают из него червей, личинок насекомых, моллюсков. Карп способен добывать пищу, проникая в грунт до 15 см, лещ — до 5 см. Активные хищники (жерех, судак) настигают жертву, преследуя ее в открытой воде, другие (щуки, сомы) подкарауливают добычу и хватают ее путем короткого броска.

К специальным приспособлениям для охоты относятся электрический орган у некоторых угрей, оглушающих добычу разрядом с напряжением до 300 В, мечевидный орган у пилы-рыбы.

Плавательный пузырь — производное пищеварительной трубки. Он возникает в эмбриональном периоде развития как вырост на спинной стороне кишки. У некоторых рыб связь плавательного пузыря с пищеводом сохраняется всю жизнь. Изменение объема газов в пузыре ведет к изменению плотности тела рыбы, что позволяет им находиться на той или иной глубине без мышечных усилий. Плавательного пузыря нет только у хороших пловцов (скумбриевые) или у донных видов.

*Дыхание* у рыб осуществляется через жабры. В переднем отделе пищеварительной трубки имеются жаберные отверстия. Благодаря движениям рта и жаберных крышек вода проходит через жаберные отверстия и омывает жаберные лепестки, расположенные на жаберных дугах. В основании жаберных лепестков проходит приносящая жаберная артерия, доставляющая венозную кровь от сердца. Эта артерия в каждом лепестке распадается на капилляры, в которые проникает растворенный в воде кислород и связывается с дыхательными пигментами крови. Одновременно из крови удаляется  $\text{CO}_2$ .

Из капилляров окисленная кровь поступает в выносящие жаберные артерии, которые сливаются в спинную аорту. По спинной аорте и отходящим от нее артериям насыщенная кислородом кровь распределяется по органам и тканям рыбы.

Таким образом, в процессе эволюции произошла смена функций жаберного аппарата водных позвоночных: из органа, служившего для захвата пищевых частиц путем фильтрации воды через жаберные щели, он стал органом дыхания.

Следует отметить, что кислород поступает в тело рыб

и другими путями. Рыбы часто заглатывают воздух, кислород которого всасывается слизистой оболочкой кишечника. У многих видов важное значение имеет кожное дыхание. В водоемах с постоянно низкой концентрацией кислорода в воде у обитающих там рыб (вьюны, угри) от 10 до 30 % потребностей в кислороде удовлетворяется за счет кожного дыхания.

С органами дыхания тесно связана *кровеносная система*. Она состоит из двухкамерного сердца (одно предсердие и один желудочек), отходящей от желудочка брюшной аорты, от которой, в свою очередь, берут начало четыре парные приносящие жаберные артерии. Как уже указывалось, эти артерии распадаются на жаберную капиллярную сеть, где кровь обогащается кислородом. Выносящие жаберные артерии впадают в корни спинной аорты, которые дают начало наружным и внутренним сонным артериям, а затем сливаются в спинную аорту. Пройдя по тканям и отдав кислород, кровь по венам собирается в предсердии, а оттуда поступает в желудочек. Следовательно, у рыб один круг кровообращения. Ткани тела снабжаются максимально окисленной артериальной кровью. Через сердце протекает венозная кровь.

*Органами выделения* у рыб служат почки — парные лентовидные тела, лежащие справа и слева от позвоночника. У большинства рыб конечным продуктом распада белков является аммиак. Аммиак ядовит и для выведения его из организма требуется большое количество воды. У пресноводных рыб вследствие низкого осмотического давления в окружающей среде вода непрерывно поступает в тело рыбы через наружные покровы и выводится через почки. Вся вода организма обменивается за 3—5 ч. Морские рыбы пьют воду. Вместе с водой в организм поступает много солей, которые выделяются почками и жабрами. Через жаберные лепестки у рыб удаляется также часть аммиака.

Размножаются рыбы только половым путем. Большинство рыб раздельнополы.

*Оплодотворение наружное*. У немногих гермафродитных видов половые железы (гонады) попеременно функционируют то как семенники, то как яичники. Самооплодотворение в силу этого невозможно. Только у морского окуня разные части гонады одновременно образуют сперматозоиды и яйцеклетки.

Рыбы характеризуются большой плодовитостью,

особенно виды, откладывающие плавающую икру. Так, треска и камбала выметывают несколько миллионов икринок. Высокая плодовитость обусловлена тем, что при осеменении икры вне тела матери вероятность оплодотворения резко снижается и гибнет большая часть икры и мальков. До половозрелого состояния доживают обычно 1—3 % личинок, а иногда десятые и сотые доли процента. Плодовитость снижается у видов, проявляющих заботу о потомстве. Например, многие лососевые откладывают икру в специально сооружаемые ямы и засыпают их галькой. В этих случаях снижается и плодовитость: кета выметывает 2—5 тыс. икринок, горбуша — 1—2 тыс. Колюшки, которые строят гнездо из растений и охраняют его, откладывают всего около 100 икринок. Некоторые тропические рыбы вынашивают икру в ротовой полости или в желудке (сами они в этот период не питаются). У очень немногих видов наблюдается живорождение (морские окуни и некоторые другие). Число потомков в этих случаях невелико.

Некоторые виды (лососи, речной угорь и др.) размножаются один раз в течение жизни и после нереста погибают. Большинство видов нерестятся ежегодно на протяжении жизни.

На разных этапах жизненного цикла рыбам необходимы разные условия среды. В поисках корма, мест для зимовки или нереста рыбы совершают значительные миграции. Морские рыбы часто переплывают из открытого моря к берегам или, наоборот, от прибрежных зон в открытое море. К ним относятся сельди, треска, пикша и др. Рыбы, переходящие для нереста из морей в реки или из рек в моря, называются *проходными*. Из морей в реки для размножения мигрируют многие лососевые, осетровые, некоторые сельди и карповые. Реже встречаются виды, кормящиеся в реках и уходящие на нерест в море. Такие перемещения свойственны угрям.

Нерестовые миграции отражают эволюцию видов проходных рыб.

Рыбы сумели приспособиться к самым разнообразным условиям среды. Они обитают в пресных, в том числе пересыхающих, водоемах, в морях у поверхности воды и на глубинах до 10 тыс. м. Рыбы живут при температуре от  $-2$  до  $+50$  °С, в широком диапазоне солености и содержания кислорода.

В разных странах мира удельный вес рыбы в общем потреблении белка составляет от 17 до 83 %. Основную

часть рыбы добывают в морях. В рационе человека значительное место занимает и пресноводная рыба, к которой относятся многие ценные виды. Поэтому большое внимание уделяется искусственному разведению рыб, особенно проходных (кета и др.). Искусственное оплодотворение икры и содержание развивающихся эмбрионов в специальных аппаратах позволяют резко сократить гибель икры и молоди рыб. Мальков, перешедших на внешние источники питания, выпускают в реку, по которой они скатываются в море для нагула. Широко применяются и другие приемы с целью улучшить условия размножения рыб: содержание искусственных нерестилищ, регулирование уровня воды в реках, разведение рыбы в прудах (каarp). Помимо использования рыб в пищевых целях, их разведение и акклиматизацию применяют и в других целях. Расселение растительноядных рыб (белого амура и толстолобика) в водохранилищах и оросительных каналах помогает бороться с зарастанием водоемов. В республиках Закавказья, в Средней Азии акклиматизирована гамбузия, снизившая число личинок комаров в водоемах в 20 раз.

В последние десятилетия резко сократилась численность промысловых рыб — камбалы, сельди, трески и др. Это связано как с интенсивным ловом, так и с загрязнением рек, озер и вод Мирового океана нефтью, солями тяжелых металлов, пестицидами, применяемыми в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и смываемыми в больших количествах в моря.

Костные рыбы появляются в девоне. В это время (и позже — в карбоне) распространены двоякодышащие и кистеперые рыбы, давшие начало земноводным. Одновременно возникли и господствовали до середины мезозоя формы, близкие к современным осетровым. Костистые рыбы, наиболее распространенные сейчас и включающие до 90 % современных видов, возникли в начале мезозойской эры. Это наиболее молодая группа. Первые позвоночные — предки рыб — обитали исключительно в пресных водах, но быстро заселили моря и в конце девона морские формы составляли более 70 % от общего числа видов.

### **Класс земноводные, или амфибии**

Земноводные — первые наземные позвоночные, еще сохранившие связь с водной средой. В зависимости от

стадии жизненного цикла они обитают то в воде, то на суше. В течение жизни они, как правило, претерпевают метаморфоз, превращаясь из личинок, ведущих водный образ жизни (см. рис. 36), во взрослые формы, обитающие большей частью вне воды. Общее число видов современных амфибий составляет примерно 2,5 тыс. Они объединяются в три отряда: хвостатые, безногие и бесхвостые. Распространены земноводные преимущественно в районах с высокой влажностью и положительной среднегодовой температурой окружающей среды. Обычные места их обитания — берега пресных водоемов и сырые почвы тропиков и субтропиков. В тропических лесах многие виды перешли к древесному образу жизни. В то же время некоторые виды приспособились к засушливым условиям среды и встречаются в пустынях.

Размеры тела амфибий сравнительно невелики: от 5 см у жерлянок до 40 см у некоторых безногих. Крупные формы встречаются редко (исполинская саламандра достигает 160 см в длину). Наружные покровы амфибий состоят из двух слоев — эпидермиса и дермы. В коже находятся многочисленные железы, вырабатывающие слизь, которая покрывает все тело. Слизь предохраняет кожу от высыхания и выполняет защитную функцию: у ряда видов она ядовита. Через слизь осуществляется также кожное дыхание. У всех земноводных кожа голая, лишенная каких-либо костных или роговых чешуй. Через нее из окружающей среды активно всасывается вода, в частности жабы основную часть потребляемой ими воды получают за счет всасывания росы специализированными участками кожи живота.

*Скелет* состоит из черепа, позвоночника, костей конечностей и их поясов. Череп амфибий имеет уплощенную форму, в его затылочном отделе находятся две суставные поверхности, служащие для сочленения с шейным позвонком. Благодаря этому голова приобретает некоторую подвижность относительно туловища (вспомним, что у рыб голова прочно соединена с позвоночником и неподвижна относительно туловища). Позвоночник состоит из четырех отделов: шейного, туловищного, крестцового и хвостового. Шейный и крестцовый отделы появляются у земноводных впервые и имеют только по одному позвонку. К поперечным отросткам крестцового позвонка причленяются подвздошные кости тела. Хвостовой отдел выражен у хвостатых

амфибий, а у бесхвостых редуцирован и представлен одной косточкой, которая образуется в результате слияния закладывающихся в эмбриональном периоде развития хвостовых позвонков. Туловищные позвонки хвостатых амфибий несут короткие ребра, у бесхвостых ребра отсутствуют. Парные конечности земноводных резко отличаются от конечностей их предков — кистеперых рыб (см. рис. 61). Если плавник кистеперой рыбы с входящими в его состав костями и мышцами представляет собой цельную упругую пластинку, то конечности земноводных построены в виде системы рычагов — подвижно соединенных суставов. Усложняется строение поясов конечностей, обеспечивающих свободным конечностям прочную опору и осуществляющих их связь с позвоночником. Пояс передних конечностей включает несколько костей и образует суставную впадину для головки плеча. В связи с отсутствием или неполным развитием ребер грудной клетки у амфибий нет и плечевой пояс, имеющий вид полукольца, свободно лежит в толще мускулатуры.

Передняя конечность состоит из плеча, предплечья и кисти. У бесхвостых амфибий локтевая и лучевая кости сливаются, образуя общую кость предплечья. Кисть образована многочисленными мелкими костями и подразделяется на запястье, пясть и фаланги пальцев. Пояс задних конечностей (тазовый пояс) включает три парные кости, образующие вертлужную впадину — место прилегания головки бедра.

Задняя конечность состоит из бедра, голени и стопы. У бесхвостых обе кости голени сливаются в одну. Стопа включает предплюсну и фаланги пальцев (у лягушек большая часть костей запястья и предплюсны срастаются между собой, что является приспособлением к передвижению их прыжками).

Такая схема строения конечностей типична для всех наземных позвоночных и несколько видоизменяется только в связи с особенностями движения.

*Мышечная система* земноводных значительно усложняется по сравнению с однообразно расположенными мышечными сегментами рыб. Это связано с передвижением животных по твердому субстрату при помощи пятипалых конечностей. Мышечные пласты распадаются на отдельные пучки (мускулы), обеспечивающие движение отдельных костей и конечностей относительно друг друга и всей конечности относительно туло-

вища. Усложняется и специализируется мускулатура головы, участвующая в захвате и проглатывании пищи, вентиляции ротовой полости и т. д.

Анатомическая перестройка скелета и мышечной системы, связанная с выходом земноводных на сушу, обеспечивает им возможность существования в наземных условиях. Однако скорость и маневренность движений, уровень приспособленности в целом невысоки.

Внутреннее строение амфибий изображено на рис. 138.

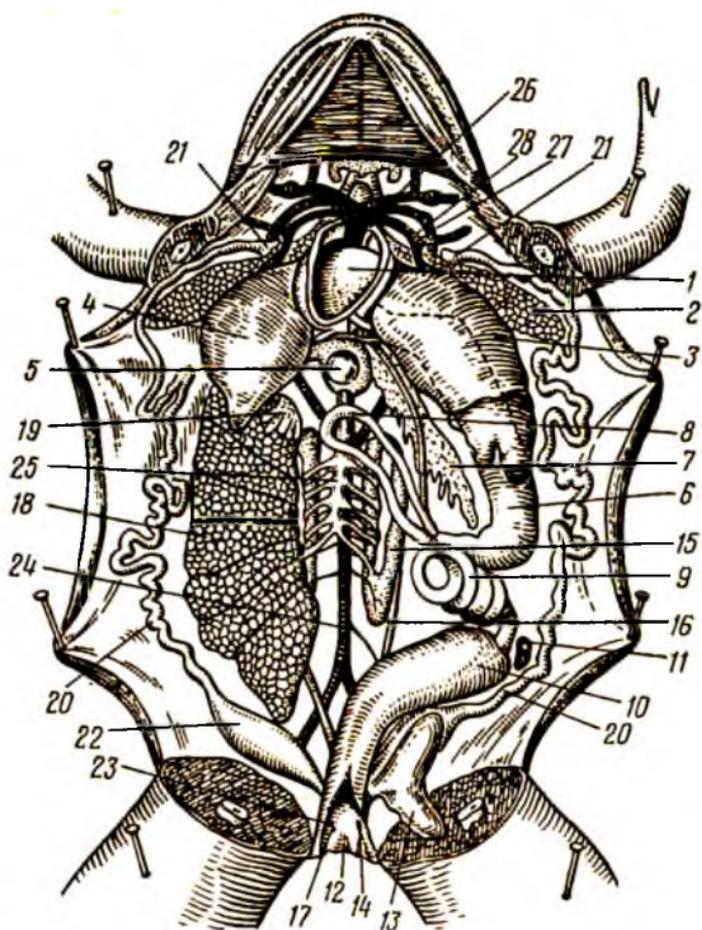


Рис. 138. Вскрытая самка лягушки:

1 — сердце, 2 — легкое, 3, 4 — печень, 5 — желчный пузырь, 6 — желудок, 7 — поджелудочная железа, 8 — двенадцатиперстная кишка, 9 — тонкая кишка, 10 — толстая кишка, 11 — селезенка, 12 — клоака, 13 — мочевой пузырь, 14 — отверстие мочевого пузыря в клоаку, 15 — почка, 16 — мочеточник, 17 — отверстие мочеточника в клоаку, 18, 19 — яичник, 20—22 — яйцевод, 23 — отверстие яйцевода в клоаку, 24 — спинная аорта, 25 — задняя полая вена, 26 — сонная артерия, 27 — дуга аорты, 28 — легочная артерия

*Пищеварительная система* начинается ротовой щелью, которая ведет в обширную ротоглоточную полость, переходящую в пищевод. В ротоглоточную полость открываются протоки впервые появившихся в эволюции позвоночных слюнных желез. Их секрет служит для смачивания пищевого комка и не воздействует на пищу химически. На дне ротоглоточной области расположен язык. У лягушек он прикреплен передним концом к дну рта, а свободная задняя часть обращена внутрь. Язык выделяет клейкое вещество и служит для ловли мелких животных. На челюстях и других костях, ограничивающих ротоглоточную полость, расположены мелкие конические зубы, помогающие удерживать добычу. У бесхвостых амфибий зубы сохраняются только на верхней челюсти, у жаб челюсти лишены зубов.

Пищевод впадает в желудок, от которого отходит двенадцатиперстная кишка. В печени имеется желчный пузырь, ее проток впадает в двенадцатиперстную кишку. В желчный проток изливается и секрет поджелудочной железы, которая самостоятельного сообщения с кишечником не имеет. Двенадцатиперстная кишка переходит в тонкую, впадающую в широкую прямую кишку. Прямая кишка открывается в клоаку.

Питаются земноводные различными мелкими беспозвоночными. Они могут ловить мальков рыб, а более крупные из них (озерная лягушка) — птенцов водоплавающих птиц. Тритоны уничтожают большое количество личинок комаров.

*Органами дыхания* у большинства амфибий служат легкие — парные тонкостенные мешки, внутренние стенки которых имеют ячеистое строение. Дыхание обеспечивается колебательными движениями дна ротоглоточной полости. Воздух засасывается через ноздри при опускании дна ротоглоточной полости, а затем при закрытых ноздрях поднятие нижней стенки этой полости проталкивает воздух в легкие. Дыхательная поверхность легких невелика: отношение поверхности легких к поверхности кожи у амфибий составляет 2:3 (для сравнения укажем, что у млекопитающих поверхность легких в 50—100 раз больше поверхности кожи). В связи с этим в жизнедеятельности амфибий важное значение имеет кожное дыхание. У разных видов земноводных через кожные капилляры поступают от 15 до 55 % потребляемого кислорода. Кожное дыхание становится единственным источником кислорода при длительном

нахождении животных в воде: во время спячки или при затаивании в водоеме во время преследования наземными хищниками. В этом случае окисленная кровь через кожную вену поступает в правое предсердие, а левое предсердие становится венозным. Некоторые виды амфибий лишены легких (безлегочные саламандры, дальневосточный тритон), и газообмен у них осуществляется полностью через кожу и слизистую оболочку ротовой полости. Через кожу у амфибий выделяется также двуокись углерода.

*Кровеносная система* имеет два круга кровообращения. Сердце трехкамерное, состоит из двух предсердий и одного желудочка. Насыщенная кислородом (артериальная) кровь от легких по легочным венам поступает в левое предсердие и оттуда в желудочек. Венозная кровь от органов тела собирается в вены, впадающие в правое предсердие, сюда же поступает окисленная кровь, оттекающая по кожным венам. Следовательно, в правое предсердие попадает не чисто венозная, а смешанная кровь. Когда кровь из обоих предсердий изливается в желудочек, она в нем смешивается только частично. Отходящий от желудочка сосуд дает начало трем парам артерий. При сокращении желудочка из него сначала выталкивается наименее окисленная кровь, которая поступает в легочные артерии. Следующая порция — смешанная кровь — попадает в дуги аорты. На высоте сокращения желудочка наиболее окисленная кровь из левой его половины направляется в сонные артерии, снабжающие головной мозг. Таким образом, наличие двух кругов кровообращения и одного желудочка в кровеносной системе земноводных приводит к тому, что их тело снабжается неполностью окисленной смешанной кровью. Это одна из причин невысокой активности амфибий.

*Органами выделения* служат парные почки, лежащие по бокам позвоночного столба. В почечных канальцах осуществляется обратное всасывание воды, что имеет большое значение для жизни на суше. Основной конечный продукт метаболизма белков у амфибий — мочевины, для выведения которой требуется меньшее количество воды, чем для аммиака.

Земноводные — раздельнополые животные. *Оплодотворение*, как правило, наружное, в воде. Внутреннее оплодотворение наблюдается у части хвостатых и безногих амфибий. Оплодотворенные яйца обычно раз-

виваются в водоемах, где родители оставляют их на произвол судьбы. В редких случаях в связи с условиями существования личинки амфибий развиваются вне воды. Например, сумчатые лягушки оплодотворенные яйца помещают в складки кожи на спине, откуда выходят уже заканчивающие превращение лягушата. Некоторые виды древесных лягушек строят гнезда из листьев растений, свисающих над водой. Выведшиеся личинки вываливаются в воду, где и заканчивают метаморфоз. Единичным видам свойственно живорождение.

В строении *нервной системы* не произошло крупных изменений по сравнению с рыбами. Головной мозг разделен на пять отделов, свойственных всем позвоночным. Поведение амфибий несложно и основано главным образом на безусловных рефlekсах. Условные рефlekсы вырабатываются медленно и быстро угасают. Слабое развитие головного мозга связано с крайне однообразными движениями амфибий.

В строении *органов чувств* возникает ряд изменений, связанных с выходом животных на сушу. Глаза приобретают подвижные веки, защищающие роговицу от высыхания. Роговица становится выпуклой, хрусталик линзовидной формы, что обеспечивает возможность различать предметы на большом расстоянии. Орган слуха приспособлен к лучшему восприятию звуковых колебаний в воздушной среде: в нем появляется среднее ухо, представляющее собой полость с косточкой, натянутой барабанной перепонкой. У всех личинок амфибий имеются органы боковой линии, которые во взрослом состоянии сохраняются только у водных форм в виде групп чувствующих клеток, разбросанных в коже.

Среда обитания амфибий резко отличается в зависимости от стадии онтогенеза. Личинки, как правило, живут в воде. Взрослые формы ведут обычно полуводный или полностью наземный образ жизни. Исключительно в воде обитают некоторые хвостатые амфибии, из бесхвостых — африканская шпорцевая лягушка. Почти все безногие — обитатели почвы, редко выходящие на поверхность. В тропических лесах есть виды, живущие на деревьях.

При всем разнообразии условий обитания земноводных, их географическое распространение ограничено рядом условий. К ним относятся: достаточно высокая температура окружающей среды, наличие водоемов, значительная влажность воздуха, определенный хими-

ческий состав воды и почвы. По этим причинам амфибии наиболее многочисленны в тропических областях. Они не выдерживают низких температур и практически не встречаются за полярным кругом. Плохо переносят земноводные и жаркий сухой климат. Только некоторые виды приспособились к жизни в пустынях благодаря ороговению эпидермиса, уменьшающему испарение воды, и способности накапливать запасы воды в мочевом пузыре.

Значение земноводных заключается в том, что они поедают многих вредных беспозвоночных (моллюсков, насекомых и их личинок), а нередко мышей и крыс — переносчиков возбудителей болезней человека. Сами амфибии служат пищей для многих птиц и млекопитающих — уток, журавлей, черного хоря, енотовидной собаки. В некоторых странах население употребляет в пищу мясо крупных лягушек и саламандр. Происхождение амфибий от кистеперых рыб было уже подробно рассмотрено (см. с. 166). Следует отметить, что приспособление рыб к жизни на суше сопровождалось крупными изменениями их организации (ароморфозами): преобразованием плавника в ходильную конечность, дифференцировкой мускулатуры, развитием органа воздушного дыхания — легких и второго круга кровообращения, разрывом прочной связи черепа с позвоночником. Усовершенствование этих новообразований привело к широкому расселению позвоночных по суше. Современные формы амфибий появились в конце юрского — начале мелового периодов мезозойской эры.

#### ПОЗВОНОЧНЫЕ С ЗАРОДЫШЕВЫМИ ОБОЛОЧКАМИ (АМНИОТЫ)

Пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие составляют группу высших позвоночных, ведущих наземный образ жизни. Оплодотворение у них только внутреннее. Размножение происходит на суше и только немногие живородящие виды (морские змеи, китообразные) размножаются в воде. Для всех высших позвоночных характерно образование в эмбриональном периоде развития зародышевых оболочек, в том числе водной оболочки — амниона. У видов, откладывающих яйца, зародышевые оболочки обеспечивают возможность развития зародыша в воздушной среде. Напомним, что низшие позвоночные, у которых зародышевые оболочки

не образуются вследствие развития зародыша в водной среде, носят название *анамний*.

По сравнению с анамниями высшие позвоночные имеют ряд прогрессивных черт. Увеличивается объем переднего мозга, где возникает зачаток серой коры больших полушарий (у рептилий), достигающий максимального развития у млекопитающих. Наличие длинного шейного отдела позвоночника увеличивает подвижность головы и улучшает ориентацию животных в пространстве. Кожа ороговевает и имеет разнообразные придатки (роговые чешуи, перья, волосы), защищающие тело от иссушения и действия других неблагоприятных факторов среды. Дыхание у высших позвоночных только легочное. Имеется грудная клетка, обеспечивающая более эффективный — всасывающий — механизм дыхания. Сердце и артериальная система изменяется в сторону все более полного разделения артериального и венозного кровотоков. Появляется новый орган выделения — тазовая почка, обладающая высокой концентрационной способностью по сравнению с почками водных животных.

### **Класс пресмыкающиеся, или рептилии**

Современные рептилии — широко распространенный класс позвоночных животных, насчитывающий около 6000 видов. Рептилии представлены различными формами и обитают в самых разных условиях: в тропических лесах и реках, в морях, в умеренной зоне, в пустынях Средней Азии и на Крайнем Севере. Все они группируются в четыре четко выраженных отряда: клювоголовые (представлен одним видом — гаттерией), чешуйчатые (сюда относятся ящерицы, хамелеоны и змеи), крокодилы и черепахи. Вследствие того что каждый отряд отличается существенными особенностями, рассмотрим строение рептилий на примере ящерицы (рис. 139).

*Тело* пресмыкающихся покрыто кожей, состоящей из многослойного эпидермиса и соединительно-тканной дермы. Верхние слои эпидермиса ороговевают, образуя придатки (чешуи, щитки). Кожных желез у рептилий почти нет, вследствие чего их кожа сухая. Ороговение кожи и слабое развитие желез (выделяющих главным образом пахучие секреты) защищают тело животных от потери воды.

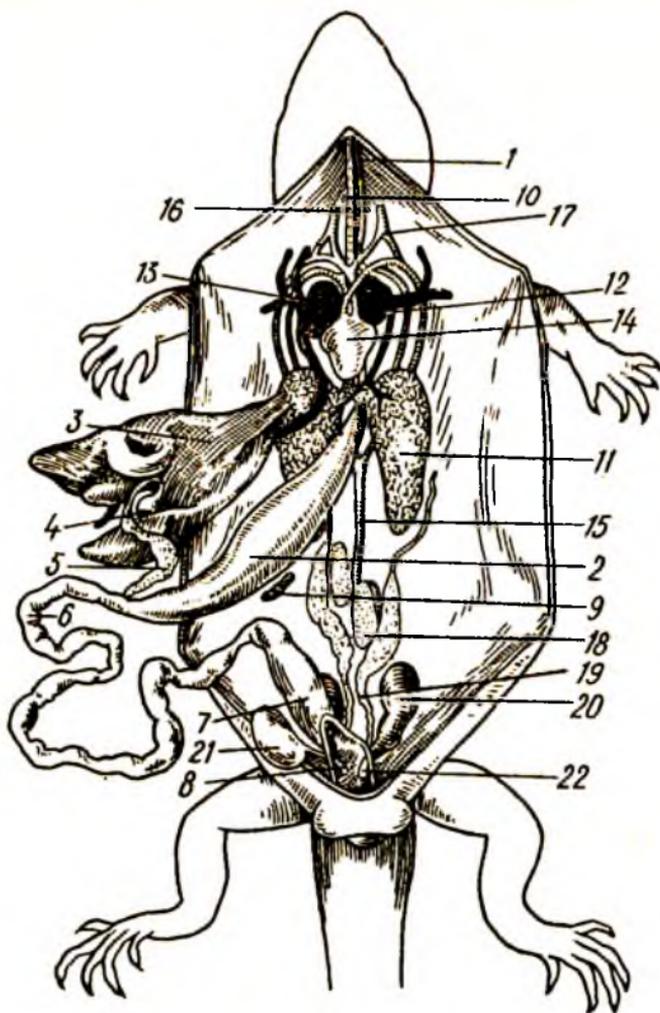


Рис. 139. Вскрытая ящерица:

1 — пищевод, 2 — желудок, 3 — печень, 4 — желчный пузырь, 5 — поджелудочная железа, 6 — двенадцатиперстная кишка, 7 — прямая кишка, 8 — клоака, 9 — селезенка, 10 — трахея, 11 — легкое, 12 — левое предсердие, 13 — правое предсердие, 14 — желудочек сердца, 15 — спинная аорта, 16, 17 — сонная артерия, 18 — семенник, 19 — семяпровод, 20 — почка, 21 — мочевой пузырь, 22 — отверстие мочеточника в клоаке

*Позвоночник* делится на четыре отдела: шейный, пояснично-грудной, крестцовый и хвостовой. Шейный отдел у ящерицы состоит из восьми позвонков. Особенность шейного отдела позвоночника — своеобразное строение двух первых позвонков. Первый шейный позвонок имеет вид кольца, в которое заходит зубовидный отросток второго шейного позвонка. Таким образом, первый позвонок (сочленяющийся с черепом) может

свободно вращаться вокруг зубовидного отростка второго позвонка, что обеспечивает большую подвижность головы. Такое строение двух первых шейных позвонков сохраняется у всех последующих классов позвоночных. Все позвонки пояснично-грудного отдела имеют ребра. Ребра первых пяти позвонков присоединяются к груди-не, образуя грудную клетку (грудина и грудная клетка отсутствуют у змей). Крестцовый отдел состоит из двух позвонков, к поперечным отросткам которых при-членяются подвздошные кости. Парные конечности сохра-няют общую схему строения конечностей наземных по-звоночных.

*Мускулатура* пресмыкающихся более дифференци-рована, чем у амфибий. Развиваются жевательные мышцы, приводящие в движение челюсти, появляется шейная мускулатура. В связи с переходом рептилий на легочное дыхание образуются межреберные мышцы, приводящие в движение грудную клетку.

*Пищеварительный тракт* имеет хорошо обособлен-ные отделы: ротовую полость, глотку, пищевод, желу-док, тонкую, толстую кишку, которая открывается в клоаку.

На дне ротовой полости располагается подвижный мускулистый язык, способный далеко выбрасываться. У змей и многих ящериц он тонкий и часто раздвоенный на конце. На челюстях и других костях ротовой полости сидят многочисленные зубы. У некоторых змей имеются крупные ядовитые зубы (кобры, морские змеи, гадюки). Эти зубы имеют протоки, в которые поступает секрет вырабатывающих яд видоизмененных слюнных желез. В ротовую полость открываются протоки хорошо разви-тых слюнных желез. У змей челюсти и связанные с ними кости (нёбные, крыловидные, чешуйчатые) соединены подвижно, связки челюстного аппарата могут сильно растягиваться, что обеспечивает заглатывание живот-ных, значительно превышающих диаметр тела самой змеи. У растительноядных видов (сухопутные черепахи) хорошо развита слепая кишка. Большинство видов по-требляет живую пищу. Так, ящерицы поедают насеко-мых, червей и моллюсков. Морские черепахи и морские змеи обычно питаются крабами. Ужи истребляют много амфибий. Крокодилы и крупные змеи нападают не только на мелких животных, но и на крупных зверей.

*Дыхательная система* представлена мешковидными легкими, от стенок которых отходят многочисленные

перегородки, делящие полость легкого па мелкие ячейки. У змей сохраняется только одно правое легкое.

*Кровеносная система* рептилий развивается в направлении более полного разделения артериального и венозного кровотоков. Сердце трехкамерное, но перегородка между предсердиями всегда полная (у хвостатых амфибий перегородка между предсердиями неполная, кроме того, неполная перегородка есть в желудочке, благодаря чему кровь здесь смешивается только частично).

У крокодила сердце имеет два самостоятельных желудочка. От правой части желудочка отходит сосуд, который делится затем на левую и правую легочные артерии. От левой части желудочка (содержащей артериальную кровь) отходит правая дуга аорты, которая дает начало сонным и подключичным артериям. Таким образом, голова и пояс передних конечностей рептилий снабжаются чисто артериальной кровью. От середины желудочка отходит левая дуга аорты, которая соединяется с правой дугой, и образует спинную аорту. Следовательно, спинная аорта несет смешанную кровь.

*Органы выделения* представлены парными тазовыми почками. Клетки длинных канальцев нефронов тазовых почек дифференцированы по строению и функции. Благодаря этому в канальцах происходит эффективное обратное всасывание воды (до 90—95 %). Основным продуктом белкового обмена у рептилий служит мочева кислота, почти нерастворимая в воде. В связи с этим моча у рептилий кашицеобразная и выведение ее требует расхода очень малого количества воды.

*Рептилии* раздельнополы, *оплодотворение* всегда внутреннее. У некоторых видов наблюдается партеногенетическое развитие. Развитие прямое, что связано с накоплением большого количества желтка в яйцеклетке. Из яйца вылупляется молодое животное, сходное по строению со взрослым, с недоразвитыми только половыми железами. Большинство пресмыкающихся откладывают яйца в грунт. Обычно рептилии, отложив яйца, покидают их. В редких случаях наблюдается забота о потомстве. Так, самки питонов обвиваются вокруг яиц своим телом, не только охраняя их, но и поддерживая определенную температуру в кладке. Нередко встречается яйцеживорождение, связанное с задержкой яиц в половых путях самки. У некоторых змей (морские змеи) наблюдается истинное живорождение, при кото-

ром формируется плацента, в принципе сходная с плацентой млекопитающих.

*Нервная система* рептилий усложняется, головной мозг более развит. Передний мозг имеет относительно большие размеры, появляется кора больших полушарий из серого мозгового вещества. Промежуточный мозг образует теменной орган, своим строением напоминающий глаз, эффективно воспринимающий световые раздражения. Мозжечок сильно развит, что соответствует большому разнообразию движений по сравнению с амфибиями. Деятельность центральной нервной системы у рептилий в целом стоит на более высоком уровне, чем у амфибий. Однако основу их поведения составляют безусловные рефлексы. В связи с зачаточным состоянием коры головного мозга условные рефлексы вырабатываются с трудом, индивидуальное обучение играет в их жизни небольшую роль, сложные акты поведения (миграции, забота о потомстве и пр.) обусловлены действием комплексов безусловных рефлексов — инстинктов.

Высокого развития достигают органы чувств. Глаза снабжены веками. Имеется третье веко — мигательная перепонка, закрывающая глаз из его переднего угла. Глаз приспособлен к рассматриванию предметов, находящихся на разных расстояниях. У некоторых змей на переднем конце головы имеются ямки, способные воспринимать инфракрасное излучение, а также разницу температур между предметами с точностью до тысячных долей градуса. Орган слуха рептилий состоит из среднего и внутреннего уха. Устроен он сравнительно просто, что указывает на относительно небольшую роль его в жизни пресмыкающихся. Хорошо развито обоняние. У пресмыкающихся в ротовой полости имеется особый орган, позволяющий тонко различать запахи.

Рептилии заселяют все климатические зоны земного шара, кроме арктической и антарктической. В горы они поднимаются до высоты 5 тыс. м над уровнем моря. Возможность размножаться на суше позволила рептилиям приспособиться к обитанию не только в условиях теплого влажного климата, но и в сухих жарких пустынях. Многие виды ящериц и змей живут на сильно засоленных почвах, змеи и черепахи длительное время проводят в морской воде. Есть виды, полностью перешедшие к жизни в морях и никогда не выходящие на сушу (морские змеи). В связи с разнообразием условий жизни

рептилии выработали приспособления, позволяющие им существовать в самых разных местах обитания. Среди них есть виды наземные, водные, полуводные, живущие на деревьях. Современные рептилии отсутствуют только в воздухе. Чрезвычайно разнообразен характер передвижения рептилий. Только некоторые из них «пресмыкаются», т. е. волочат тело по земле. Крокодилы, вараны, многие ящерицы бегают высоко приподняв тело на ногах. Есть виды, способные пробегать большое расстояние на одних только задних ногах (агамы, игуаны, австралийская плащеносная ящерица). Для рептилий характерно приспособительное поведение. Многие зарываются в землю или залезают в норы других животных, спасаясь от жары, а пустынные ящерицы забираются на ветки кустарников. Готовясь к зимовке, ящерицы, змеи, черепахи зарываются в норы, часто скапливаясь там в больших количествах (гадюки).

Пресмыкающиеся обособились от стегоцефалов (класс земноводные) в конце каменноугольного периода палеозойской эры. В это время произошли сильные изменения, которые привели к возникновению более разнообразного климата, распространению растительности на обширных территориях, удаленных от водоемов, широкому расселению в связи с этим членистоногих — кормовой базы для наземных позвоночных. Первые рептилии — котилозавры — были еще очень близки к стегоцефалам. В процессе расселения котилозавров по суше и приобретения ими приспособлений к наземной среде обитания они разделились на несколько эволюционных ветвей, представители которых занимали господствующее положение в животном мире на протяжении всей мезозойской эры.

Предки ныне существующих отрядов возникли в разное время. Крокодилы появляются в конце триаса. Крокодилы современного типа существуют с мелового периода. Черепахи представляют одну из древнейших групп рептилий, произошедших непосредственно от котилозавров. Предки их известны с пермских отложений, в триасе уже появляются настоящие черепахи, сохранившие с тех времен до наших дней основные черты своей организации.

Ящерицы становятся многочисленными в меловом периоде. Змеи развились позже всех остальных рептилий. Они появились лишь в конце мелового периода. Расцвет чешуйчатых приходится уже на тре-

тичный период, когда большинство групп рептилий вымерло.

*Значение рептилий* в биоценозах заключается в том, что они служат регуляторами численности беспозвоночных и мелких позвоночных животных. Ящерицы и змеи активно уничтожают насекомых и мелких грызунов — вредителей сельского хозяйства. Кожа некоторых змей и крокодилов используется для изготовления различных изделий. С этой целью в Центральной и Южной Америке крокодилов разводят искусственно, мясо крупных ящериц, змей и черепах употребляют в пищу. В связи с интенсивным истреблением многие крупные рептилии находятся на грани исчезновения и требуется их охрана.

### Класс птицы

Птицы — специализированный класс высших позвоночных, приспособившихся к полету. Их передние конечности превратились в крылья, что дало им возможность освоить воздушную среду, не утратив возможности передвигаться по твердому субстрату или лазать. Ряд крупных изменений в строении наряду со множеством частных приспособлений позволили птицам широко расселиться и образовать многочисленные формы. В настоящее время насчитывается более 8 тыс. видов птиц, объединяемых в 35—40 отрядов, т. е. это самый многочисленный класс среди наземных позвоночных.

Класс птиц делится на три надотряда: пингвины (около 15 видов); бескилевые птицы (африканские страусы, американские страусы, австралийские страусы, бескрылые, или киви); килегрудые (гагарообразные, поганки, аистообразные, гусеобразные, дневные хищники, куриные, кулики, голуби, кукушки, попугаи, воробьиные и др.). Некоторое представление о разнообразии птиц дают рис. 54, 55.

*Тело* у птиц округлое, голова небольшая. Шея, как правило, длинная и подвижная. Птицы покрыты перьями, которые придают телу обтекаемую форму. Размеры птиц очень разнообразны. Самые мелкие (колибри) имеют массу тела 1,6—2 г, лебеди, грифы достигают 14—16 кг. У нелетающих птиц масса тела больше: у пингвинов — до 40 кг, у страусов — до 80—90 кг. Вымершие эпиорнисы имели массу 300—400 кг.

*Кожа* птиц тонкая, сухая, почти лишенная желез. Единственная кожная железа — копчиковая, расположенная над корнем хвоста. Ее жироподобный секрет

служит для смазывания перьев. Копчиковая железа хорошо развита у водоплавающих птиц и отсутствует у птиц, обитающих в засушливых условиях (страусы, дрофы). Эпидермис образует многочисленные производные. Челюсти птиц покрыты роговым веществом (клюв), пальцы, иногда голень задних конечностей — роговыми чешуями. На пальцах имеются роговые когти. Тело покрыто перьями — преобразованными чешуями рептилий. Приспособление к полету вызвало перестройку скелета птиц. Позвоночник состоит из пяти отделов, но подвижность сохраняет только шея. Грудные позвонки срастаются между собой и с крестцом. Грудная клетка образована подвижными ребрами и грудиной. У большинства современных птиц грудина имеет костный киль, к которому справа и слева прикреплены мышцы, приводящие в движение крылья.

Нелетающие птицы (страусы и некоторые другие) не имеют килья. У нелетающих пингвинов киль развит сильно, так как передние конечности у них выполняют большую работу при нырянии. Поясничные позвонки полностью срастаются между собой, с подвздошными костями и с крестцовыми позвонками. Часть хвостовых позвонков также срастается с крестцом. В результате образуется так называемый сложный крестец, состоящий из большого числа позвонков и имеющий важное приспособительное значение в связи с опорой тела только на задние конечности. Череп птиц по схеме строения очень близок к черепу рептилий. Отличие заключается главным образом в том, что кости черепа очень тонкие, рано срастаются. Очень велики объем мозговой коробки и глазные впадины, что связано с развитием головного мозга и очень крупными глазными яблоками. Передние конечности и их пояс сильно изменены в связи с приспособлением к полету. Отметим только, что левая и правая ключицы срастаются между собой, что придает поясу особую упругость. Запястье и пясть преобразуются в сложную пястно-запястную кость, из пальцев сохраняются только три. Задние конечности состоят из бедра, голени, образованной сросшимися берцовыми костями, цевки и четырех пальцев. Цевка характерна только для птиц и возникает в результате сращивания нижних костей предплюсны и костей плюсны и у взрослых птиц представляет единую кость. В целом скелет птиц очень прочный, легкий, кости содержат полости, заполненные воздухом.

*Мышечная система* птиц более дифференцирована, чем у рептилий, и имеет ряд особенностей. Крупные мышцы, приводящие в движение конечности, располагаются на туловище, а к конечностям идут сухожилия. Основная масса мускулатуры сосредоточена на груди, где находятся мышцы, приводящие в движение крылья. Совершенство опорно-двигательного аппарата птиц позволяет им перемещаться в воздухе с большой скоростью и преодолевать огромные расстояния. Во время миграции серая ворона летит со скоростью 50 км/ч, утки — 70—100, гуси — 90—100 км/ч. С большой скоростью могут перемещаться нелетающие птицы. Например, у страусов она достигает 50 км/ч.

Интенсивная и разнообразная двигательная активность птиц сопряжена с большой затратой энергии. Строение и функционирование *пищеварительной системы* обеспечивает быстрое переваривание пищи и выведение неиспользованных остатков наружу. Функцию захвата и удержания пищевых объектов выполняют роговые чехлы, одевающие верхнюю и нижнюю челюсти. Форма клюва очень изменчива и прямо зависит от характера пищи и способов ее доставания (см. рис. 55, 56). В ротовой полости пища смачивается слюной. Длинный пищевод образует расширение — зоб, служащий для временного нахождения в нем проглоченной пищи (рис. 140). У некоторых видов (голуби, фламинго и др.) стенки зоба в период выкармливания птенцов выделяют жирное творожистое вещество, которым птицы кормят своих птенцов. Желудок состоит из двух отделов — железистого и мускульного. Толстостенный мускульный желудок выстлан плотной кутикулой. Благодаря движениям стенок желудка и проглатываемых птицами камешек пища перетирается. Перетирание пищи и высокая активность ферментов обеспечивают высокую скорость пищеварения. Например, у домового воробья зерно переваривается за 3—4 ч, жуки — за 1 ч, гусеницы — за 15 мин. Тонкая кишка относительно длинная, она в 8—12 раз превышает длину тела. Задний отдел кишечника короткий, прямая кишка отсутствует, что рассматривается как приспособление к облегчению тела. Питание птиц чрезвычайно разнообразно. Они поедают громадное количество насекомых: например, горихвостка за лето съедает до 1 млн. насекомых, королек в течение года — до 4 млн. Много вредителей леса уничтожают дятлы. Птицы потребляют также большое коли-

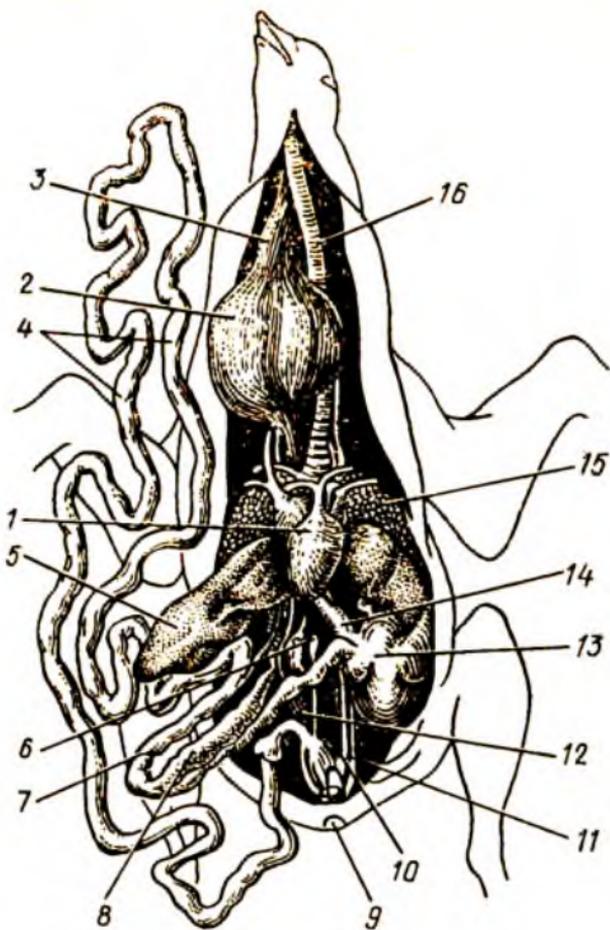


Рис. 140. Внутреннее строение птицы:

1 — сердце, 2 — зоб, 3 — пищевод, 4 — тонкая кишка, 5 — печень, 6 — семенники, 7 — двенадцатиперстная кишка, 8 — поджелудочная железа, 9 — клоака, 10 — семяпровод, 11 — мочеточник, 12 — почки, 13 — мускульный желудок, 14 — железистый желудок, 15 — легкие, 16 — трахея

чество саранчи, гусениц, вредителей сельского хозяйства. Многие виды поедают семена сорных растений. Дневные хищники, а также вороны, сороки, чайки, цапли и другие активно ловят сусликов, полевок, мышей. Многие виды питаются рыбой. Прожорливость птиц объясняется большими тратами энергии во время полета. Мелкие птицы вынуждены потреблять за сутки количество пищи, составляющее 50—80% от массы их тела, крупные — 15—40 %.

*Органы дыхания* птиц очень своеобразны и состоят из легких и воздушных мешков. Воздушные мешки располагаются между внутренними органами, мышцами и заходят внутрь полых костей. Бронхи, войдя в легкие,

ветвятся. Некоторые из них пронизывают легкие насквозь и впадают в воздушные мешки. При вдохе часть воздуха поступает в легкие, а часть направляется в воздушные мешки. Во время выдоха воздух из воздушных мешков поступает в легкие, где происходит газообмен. Таким образом, насыщение крови кислородом осуществляется как при вдохе, так и при выдохе. Это явление получило название *двойного дыхания*. Воздушные мешки имеют и другие функции. Во время полета при усиленной работе они предохраняют организм от перегревания.

В строении *кровеносной системы* птиц произошло крупное изменение, позволившее резко повысить уровень жизнедеятельности и послужившее анатомической основой их теплокровности. Это изменение заключается в полном разделении артериального и венозного кровотоков благодаря появлению полной перегородки между левой и правой половинами желудочка и утрате одной из дуг аорты. Из левого желудочка отходит единственная дуга аорты — правая, которая снабжает тело птиц максимально насыщенной кислородом кровью. Высокому уровню жизнедеятельности птиц соответствует интенсивная работа сердца. Так, у голубя в покое частота сердцебиений равна в среднем 165 ударов в минуту, а в полете — 550.

*Органы выделения* — почки. Как и у пресмыкающихся, конечный продукт белкового обмена — мочева кислота. Потери воды при мочевыделении невелики. Поэтому потребности птиц в воде ограничены. Многие виды совсем не пьют воды (большинство хищных птиц, некоторые воробьиные).

Птицы — раздельнополые яйцекладущие животные. У самцов имеются парные семенники, у самок — один (левый) яичник. *Оплодотворение внутреннее*. Яйцеклетка содержит большое количество желтка. При прохождении яйцеклетки по яйцеводу она окружается оболочками, из которых белковая содержит запасы воды и предохраняет желток от толчков, а скорлуповая защищает яйцо от механических повреждений. Кроме того, во время развития эмбриона соли кальция из скорлупы расходуются на построение скелета. Одно из проявлений *заботы о потомстве* у птиц — насиживание яиц. Птицы откладывают яйца не просто во внешнюю среду, а в специально построенные гнезда, где яйца развиваются в относительно постоянных условиях, соз-

даваемых телом родителей. Почти все птицы проявляют заботу о потомстве еще некоторое время после вылупления птенцов. Все это обуславливает высокую степень выживания потомства, и яйцекладность птиц по конечному эффекту не уступает живорождению млекопитающих.

По степени зрелости птенцов в момент вылупления различают птиц выводковых и гнездовых. У выводковых птенцы выклевываются зрячими, покрытыми пухом, способными ходить и самостоятельно склевывать корм. Сюда относятся виды, обитающие преимущественно на земле или на воде: страусовые, куриные, гусиные, дрофы. У гнездовых птенцы голые, часто слепые, беспомощные. Они долго остаются в гнезде и выкармливаются родителями (воробьиные, дятлы, стрижи, голуби, зимородки).

Для птиц характерно сложное *поведение*. Они образуют устойчивые семейные пары, в которых функции самца и самки существенно различны, собирают запасы на зиму, совершают длительные миграции. Птицы активно охраняют свои гнездовые участки, у них сложный брачный ритуал, они способны изменять свое поведение в соответствии с изменениями окружающей среды, приобретая индивидуальный опыт. Все эти черты обусловлены развитием *нервной системы* птиц. Размеры головного мозга увеличиваются. Если у рептилий масса головного мозга равна массе спинного мозга, то у птиц она всегда больше в 1,5—2,5 раза. Это зависит в первую очередь от развития полушарий переднего мозга, которые вместе со средним мозгом обеспечивают сложные формы поведения. Принципиально важно, что приобретение индивидуального опыта путем выработки условных рефлексов облегчает приспособление к меняющейся среде путем целесообразного поведения (при появлении новых кормов, новых врагов). Способность к обучению позволяет распространить приобретенный опыт среди потомства или среди стаи, в результате чего выживаемость увеличивается. Особенностью мозга птиц являются также большие размеры мозжечка, что связано со сложными движениями во время полета. Обонятельные доли у птиц невелики. Это указывает на незначительную роль обоняния в их жизнедеятельности.

Основные *органы чувств* — зрение и слух. Орган зрения — основной для ориентировки во внешней среде. Глазные яблоки очень крупные, особенно у хищных

птиц, активных в сумерки и ночью. Острота зрения очень большая, птицы способны различать цвета и оттенки. Отчетливость изображения (аккомодация) достигается изменением формы хрусталика под действием ресничной мышцы и изменением расстояния между хрусталиком и сетчаткой. Орган слуха анатомически сходен с органом слуха рептилий (состоит из внутреннего и среднего уха), но отличается более высокой чувствительностью и улавливает звуковые колебания частотой от 30 до 20 000 Гц.

Из наземных позвоночных птицы распространены наиболее широко, даже более широко, чем млекопитающие. Широкое распространение птиц обусловлено, во-первых, постоянной температурой тела, во-вторых, насиживанием яиц, при котором яйца развиваются в относительно постоянных температурных условиях, и, в-третьих, способностью к перелетам, позволяющим им заселять местности, пригодные для существования в немногие месяцы года, и перемещаться на большие расстояния в поисках корма. Можно сказать, что пределом распространения птиц служит наличие корма.

Птицы — обязательный компонент практически любого биоценоза. Вследствие своей многочисленности и разнообразия птицы выступают в роли эффективных регуляторов численности насекомых, паукообразных, мелких позвоночных. Некоторые птицы служат опылителями растений (колибри). Птицы способствуют распространению семян многих растений. Устраивая запасы семян сибирского кедра, сосны и желудей, они способствуют тем самым расселению этих растений. Такие птицы, как дрозды, свиристели, сороки, славки, рябчики и многие другие, имеют решающее значение для расселения рябины, бересклета, терна, малины, ежевики, черники, брусники и др. Семена этих растений, проходя через кишечный тракт, не теряют всхожести. Птицы распространяют семена растений на вырубках, гарях и других оголенных участках, что тоже способствует быстрому восстановлению биоценоза после разного рода стихийных бедствий.

*Значение птиц* для сельского хозяйства определяется тем, что они истребляют мелких грызунов. Дневные (орлы, пустельги, кобчик и др.) и ночные (совы, неясыть и др.) хищники при обилии грызунов питаются только ими. Существенно, что в силу приспособительного поведения птицы могут переключаться с обычных источни-

ков пищи на другие, если они в изобилии. Так, в годы массового размножения мышей ими питаются не только хищные птицы, но и вороны, сороки, грачи, сойки, чайки. Птицы имеют важное значение для человека как объект промысла. В нашей стране обитает примерно 150 видов охотничьих птиц. Ежегодный промысел водоплавающей и боровой дичи составляет более 30 млн. шт. Интенсивный отстрел и изменение природной обстановки в связи с хозяйственной деятельностью человека (рубка леса, осушение болот, распахивание степей и т. д.) привели к сокращению ресурсов дичи. Некоторые промысловые виды находятся на грани исчезновения, охота на них запрещена и они занесены в Красную книгу СССР. К ним относятся краснозобая казарка, горный гусь, фламинго, кречет, пеликаны, белый журавль и ряд других.

Птицы произошли в конце триасового — начале юрского периода мезозойской эры от вполне сформированных рептилий. Именно поэтому в основных чертах своего строения они очень близки к рептилиям и могут рассматриваться как прогрессивная ветвь пресмыкающихся. Предки птиц передвигались на задних ногах, имели длинный хвост, передние конечности служили им для схватывания пищи. Эволюция этой группы шла по пути приспособления первоначально к лазанью по деревьям, в связи с чем задние конечности стали единственным орудием опоры о твердый субстрат, а передние специализировались для лазания путем обхвата пальцами ветвей. Такая функция крыла сохранилась у птенцов современных тропических птиц гоацинов, которые лазают по деревьям, цепляясь за ветви хорошо развитыми подвижными и снабженными когтями первым и вторым пальцами крыла. По мере развития эта способность у них пропадает.

Дальнейшим этапом было удлинение и расширение краев чешуй и превращение их в перья, что дало им возможность перепрыгивать с ветки на ветку и совершать планирующие перелеты. Предки птиц эволюционировали на протяжении мезозойской эры и только в палеогене появляются формы, близкие к современным. Хотя в это время еще встречаются зубатые формы, но уже существовали воробьиные, стрижи, дятлы и другие современные группы. В середине кайнозойской эры видовой состав орнитофауны становится близким к современному.

## Класс млекопитающие, или звери

Млекопитающие — теплокровные наземные позвоночные, тело которых покрыто волосяным покровом. Класс млекопитающие объединяет животных, характеризующихся живорождением и вскармливанием детенышей молоком, полным разделением артериального и венозного кровотоков, высокоразвитой способностью к терморегуляции, обеспечивающей постоянную температуру тела, сильно развитой серой корой больших полушарий головного мозга, являющейся основой чрезвычайно сложного и совершенного поведения и способности к обучению.

В настоящее время класс млекопитающих включает более 4,5 тыс. видов и делится на три подкласса. Первозвери, или клоачные, — группа примитивных млекопитающих, откладывающих яйца и распространенных в Австралии и на прилегающих островах. Челюсти превращены в клюв, одетый роговым чехлом. Имеют клоаку, как у птиц и рептилий. Многочисленные протоки млечных желез открываются на особых участках кожи — железистых полях. У взрослых яйцекладущих зубов нет, но у молодых утконосов имеются зубы, очень сходные с зубами мезозойских зверей. Первозвери имеют волосяной покров, но температура тела (22—36 °С) сравнительно низкая и непостоянная. Сумчатые (кенгуру, сумчатый волк, американский опоссум, сумчатая белка и др.) объединяют низших млекопитающих, основной признак которых — очень слабое развитие плаценты. В связи с этим детеныши рождаются слабо развитыми после короткого периода внутриутробного развития и продолжают развитие в кожистой сумке на брюхе, в полость которой открываются соски. Третий подкласс — плацентарные, или высшие звери, — самая многочисленная и высокоорганизованная группа современных млекопитающих, распространенных на всех материках и в самых различных условиях. Помимо многочисленных наземных видов есть виды летающие, полуводные, водные, заселяющие толщу почвы.

Млекопитающие чрезвычайно разнообразны по строению и размерам. Самые маленькие из них (землеройка-крошка, белозубка-малютка) весят около 2 г, самые крупные (синий кит) — более 120 т.

Строение отдельных органов и систем отражает высокую организацию млекопитающих в целом.

*Кожа* имеет более сложное строение, чем у других позвоночных. Шерстный покров, а у водных видов (киты, тюлени) — подкожный жир предохраняет тело от излишней потери тепла. В процессах терморегуляции принимают участие кожные кровеносные сосуды, диаметр которых может изменяться в широких пределах, и потовые железы, испарение секретов которых с поверхности кожи повышает теплоотдачу. Потовые железы развиты у млекопитающих в разной степени. Они отсутствуют у ленивцев, китообразных, слабо развиты у собак и кошек.

Помимо потовых у млекопитающих имеются сальные и пахучие железы (видоизменение потовых или сальных желез). Сальные железы образуют жироподобный секрет, который служит для смазывания волос и поверхностного слоя эпидермиса.

Выделения этих желез обеспечивают несмачиваемость шерсти водных животных. Секрет пахучих желез играет большую роль в жизни млекопитающих (наряду с мочой и другими выделениями). Пахнущие выделения служат средством внутривидового общения. С их помощью животные метят границы занятых ими участков, находят своих детенышей. Они имеют большое значение в брачном поведении. Видоизменениями потовых желез являются млечные железы.

Эпидермис образует многочисленные производные — волосы, ногти, когти, копыта, рога, чешуи. Видоизменения волос представляют собой щетина и иглы. Строение того или иного придатка эпидермиса находится в прямой зависимости от условий существования и образа жизни зверей. Так, у лазящих зверей пальцы имеют острые загнутые когти. У видов, роющих норы, когти тупые и уплощенные. У быстро бегающих крупных млекопитающих развиваются копыта, при этом у лесных видов (олени, лоси) копыта широкие и плоские.

*Мышечная система* млекопитающих очень дифференцирована и включает большое число разнообразно расположенных мускулов. Характерная черта класса — наличие куполообразной мышцы — диафрагмы, ограничивающей брюшную полость от грудной. Ее роль заключается в изменении объема грудной клетки в процессе дыхания. Значительное развитие получает подкожная мускулатура, приводящая в движение те или иные участки кожи. На лице она представлена мимической мускулатурой, особенно развитой у приматов.

*Скелет* млекопитающих состоит от осевого скелета (позвоночник, скелет головы), скелета свободных конечностей и их поясов. Позвоночник делится на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. Для шейного отдела характерны два видоизмененных первых позвонка, обеспечивающих подвижность головы, что свойственно вообще всем амниотам (см. с. 363). Шейных позвонков всегда семь независимо от длины шеи. К передним грудным позвонкам причленяются ребра, соединенные с грудиной. Остальные грудные позвонки несут ребра, не достигающие до грудины. У летучих мышей и у зверей с хорошо развитыми для рытья передними конечностями грудина несет киль, служащий, как и у птиц, для прикрепления грудных мышц. Череп млекопитающих характеризуется относительно крупной мозговой коробкой, что связано с большими размерами головного мозга. Затылочная кость имеет два мыщелка для сочленения с первым шейным позвонком. Скелет парных конечностей сохраняет основные черты строения пятипалой конечности наземных позвоночных. Однако в связи с разнообразием условий существования детали их строения неодинаковы. Например, у быстро бегающих зверей предплюсна, плюсна, запястье и пясть располагаются отвесно, и животные эти опираются только на пальцы (собаки). У наиболее совершенных бегунов — копытных сокращается число пальцев: животные ступают либо на одинаково развитые III и IV пальцы (парнокопытные), либо на III палец (непарнокопытные). У летучих мышей II—V пальцы сильно удлинены, между ними расположена кожистая перепонка, образующая поверхность крыла. Млекопитающие могут передвигаться достаточно быстро. Заяц бежит со скоростью 55—70 км/ч, лев — 50, газель — 40—50 км/ч, африканский слон развивает скорость до 40 км/ч. Наиболее быстро бегают гепард — 105—112 км/ч.

Внутреннее строение млекопитающих показано на рис. 141.

*Пищеварительная система* разделена на четко выраженные отделы. Пищеварительный тракт начинается свойственной только млекопитающим предротовой полостью, образованной губами, щеками и челюстями. У ряда видов (хомяки, бурундуки, обезьяны) эта полость образует большие защечные мешки. Губы служат для сосания молока детенышами, а также захватывания пищи взрослыми животными. Губ нет у однопроходных,

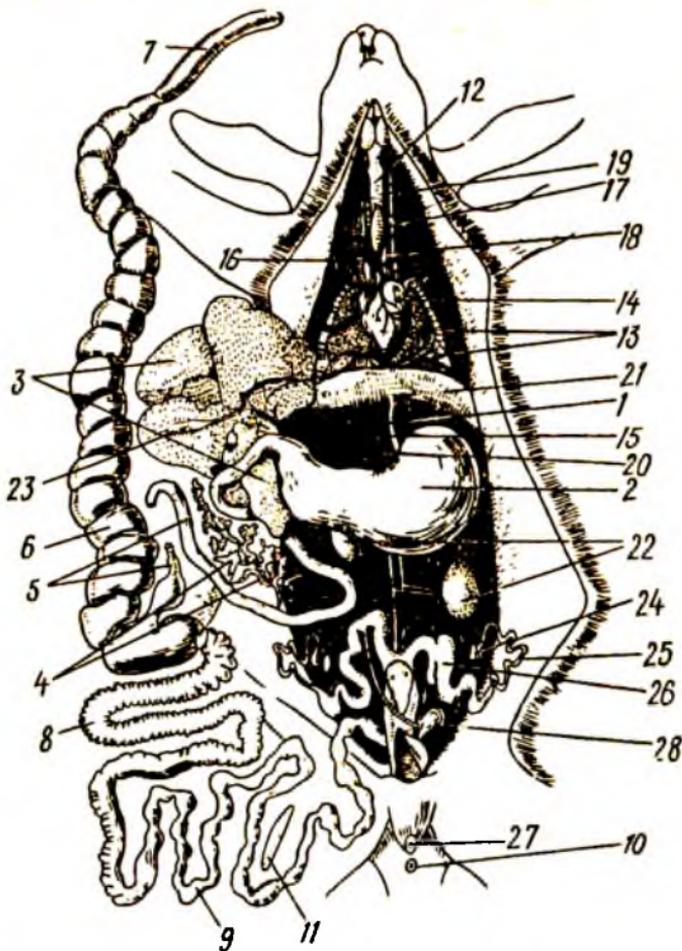


Рис. 141. Внутреннее строение кролика:

1 — пищевод, 2 — желудок, 3 — печень, 4 — поджелудочная железа, 5 — тонкая кишка (перерезана), 6 — слепая кишка, 7 — червеобразный отросток, 8 — толстая кишка, 9 — прямая кишка, 10 — анальное отверстие, 11 — селезенка, 12 — трахея, 13 — легкие, 14 — сердце, 15 — аорта, 16 — подключичная артерия, 18—20 — вены, 21 — диафрагма, 22 — почки, 23 — желчный пузырь, 24 — яичник, 25 — яйцевод, 26 — матка, 27 — мочеполовое отверстие, 28 — мочевой пузырь

китообразных. За челюстями находится ротовая полость, в которой пища подвергается измельчению и химическому воздействию. Млекопитающие имеют четыре пары слюнных желез, фермент которых — пتيالлин — разлагает углеводы. Развитие слюнных желез зависит от характера питания. У китообразных они редуцированы, у жвачных, наоборот, развиты очень сильно. Например, корова выделяет в сутки около 56 л слюны. Слюна некоторых землероек (отряд насекомо-

идные) ядовита, что отражает филогенетическую связь примитивных млекопитающих с рептилиями. Один из важнейших признаков млекопитающих, возникший еще у их предков в триасе, — дифференцирование зубов на резцы, клыки, предкоренные и коренные. Зубы сидят в ячейках челюстных костей, число зубов, их форма и функция у разных групп зверей неодинаковы, но существенно то, что их дифференцированность указывает на высокую эволюционную пластичность млекопитающих и возможность их приспособления к самой разнообразной пище. Из ротовой полости по пищеводу пища попадает в желудок. Желудок обособлен от других отделов пищеварительного тракта и снабжен многочисленными железами. Внутреннее его строение у разных видов связано с характером пищи. Если пища не пережевывается или представлена грубыми растительными кормами, желудок становится многокамерным (китообразные, жвачные, сирены). Кишечник подразделяется на толстый, тонкий и прямой. Кишечник длиннее у растительноядных, чем у плотоядных. У видов, питающихся грубым растительным кормом, от границы тонкого и толстого отделов отходит длинная слепая кишка, заканчивающаяся у некоторых зверей (например, зайцев) червеобразным отростком. Хорошо развиты пищеварительные железы (печень, поджелудочная железа), протоки которых впадают в передний отдел тонкой кишки.

*Органы дыхания* млекопитающих представлены легкими. В отличие от легких пресмыкающихся и птиц, у которых полость легких разделена многочисленными перегородками на камеры, у млекопитающих на конечных ответвлениях бронхов — бронхиолах сидят грозди тонкостенных пузырьков — альвеол. Стенки альвеол оплетены капиллярами. Число альвеол зависит от подвижности животных. У малоподвижных ленивцев их около 6 млн., у хищных — от 300 до 500 млн. Потребление кислорода зависит от размеров животного (у крупных животных интенсивность обмена веществ ниже, чем у мелких). Так, землеройка при массе тела 3,5 г потребляет 7—10 мл  $O_2$  на 1 г массы тела за 1 ч; заяц массой 1600 г — 0,96 мл, тюлень массой 26 кг — 0,22—0,34 мл, верблюд массой 170—330 кг — 0,03—0,04 мл  $O_2$ . Точно так же от размеров животных зависит число дыхательных движений в минуту: у лошади оно равно 8—16, у крысы — 100—150, у мыши — около 200.

Дыхательные движения (вентиляция легких) имеют

существенное значение для терморегуляции, особенно у видов со слабо развитыми потовыми железами. У них охлаждение воздуха при его нагревании в значительной мере достигается повышением испарения воды, пары которой выводятся вместе с выдыхаемым воздухом. Например, у собаки при повышении температуры среды количество испаряемой легкими воды может достигать  $200 \text{ см}^3/\text{ч}$ . У водных млекопитающих, проводящих под водой длительное время, легкие отличаются сильным развитием мышечной ткани.

*Кровеносная система*, как и у птиц, характеризуется полным разделением артериального и венозного кровотоков, благодаря чему по телу распространяется максимально окисленная (артериальная) кровь. Сердце четырехкамерное, из левого желудочка отходит одна (левая) дуга аорты. Проходя в тканях по капиллярам, кровь отдает  $\text{O}_2$ , насыщается  $\text{CO}_2$ , собирается в вены и поступает в правое предсердие. Из правого предсердия венозная кровь попадает в правый желудочек, откуда во время систолы направляется в легочный ствол. Легочный ствол вскоре делится на две легочные артерии — правую и левую, несущие кровь к легким. Из легких окисленная кровь по легочным венам поступает в левое предсердие.

Относительные размеры сердца зависят от степени двигательной активности животных. Так, у домашнего кролика размеры сердца в три раза меньше, чем у дикого зайца. Та же закономерность выявляется при сравнении этого показателя у комнатной и гончей собак. Частота сердечных сокращений уменьшается по мере возрастания массы животных (и соответственно уменьшения интенсивности метаболизма). Если у мыши число сердечных сокращений в 1 мин равно 600, то у собаки — 120, у быка — 40—45.

Общее количество крови у млекопитающих больше, чем у позвоночных низшего порядка, еще важнее, что у млекопитающих значительно больше эритроцитов в единице объема и больше кислородная емкость крови.

Распространение по телу млекопитающих максимально насыщенной кислородом крови и интенсивный кровоток создали предпосылки для постоянно высокого уровня обмена веществ и поддержания постоянной температуры тела (теплокровности).

Анатомической основой теплокровности послужили,

как и у птиц, утрата одной из двух дуг аорты и развитие полной перегородки между желудочками.

*Выделительная система* представлена парными почками и отходящими от них мочеточниками, которые впадают в мочевой пузырь. Из мочевого пузыря моча выводится через мочеиспускательный канал. Основной конечный продукт белкового обмена у млекопитающих — не мочева́я кислота, как у птиц и рептилий, а мочеви́на. Это связано с тем, что млекопитающие произошли от рептилий, не утративших еще многих черт амфибий, и в связи с развитием плаценты. Через плаценту эмбрион выводит токсические продукты белкового обмена. Такой возможности лишены зародыши яйцекладущих животных, продукты обмена веществ которых накапливаются в яйце.

Потребление воды млекопитающими зависит от их экологии. Многие виды хищников и копытных регулярно ходят на водопой. Копытные в поисках воды могут пробегать очень большие расстояния. Есть млекопитающие, потребности которых в воде удовлетворяются поедаемой ими сочной пищей. Ряд пустынных видов (в основном грызуны) совсем не пьют, хотя питаются сухими кормами. Источником водообеспечения служит у них метаблическая вода, образуемая в процессе обмена веществ<sup>1</sup>. Не пьют воду и водные млекопитающие.

Млекопитающие — раздельнополые животные. *Оплодотворение всегда внутреннее*. Эмбрионы развиваются в полости специального отдела женских половых путей — матке.

Питание эмбрионов осуществляется с помощью плаценты — специфического для высших млекопитающих образования, возникающего в результате срастания двух зародышевых оболочек — аллантаоиса (в полость которого выделяются продукты обмена веществ у яйцекладущих) и серозы. В месте срастания этих двух оболочек формируется губчатое тело — хорион, образующий ворсинки, проникающие в эпителий матки. Кровеносные сосуды детского и материнского организмов здесь сплетаются, в результате чего в теле зародыша обеспечивается газообмен, его питание и удаление продуктов распада. У разных видов беременность сильно различается по длительности. Отчасти это обусловлено размерами

---

<sup>1</sup> При расщеплении 1 кг жира образуются 1 л воды, 1 кг углеводов — 0,5 л, 1 кг белков — 0,4 л.

животных, но главное значение имеют условия существования. Короткая беременность наблюдается у животных, которые рожают детенышей в местах, защищенных от неблагоприятных климатических условий и хищников (в гнездах, норах, на деревьях и т. п.). В этих случаях новорожденные беспомощные, голые, слепые. Гораздо продолжительнее период эмбрионального развития у зверей, которые рожают детенышей на поверхности земли и у которых они вынуждены вскоре после появления на свет следовать за матерью. Таковы копытные (у оленей длительность беременности 8—9 мес, у лошадей, ослов — 10—11). Для примера сравним два близких вида. Кролики живут в норах, где рожают слепых и беспомощных детенышей после 30-дневной беременности. Зайцы гнезд не устраивают и рожают детенышей зрячих, покрытых шерсткой и способных бегать в первые дни жизни после 49—51 дня беременности. Длительная беременность и крупные размеры детенышей, позволяющих им вести самостоятельный образ жизни, свойствен ластоногим и китам. После завершения молочного вскармливания связь между родителями и потомством сохраняется довольно длительно: у волков — до одного года, у тигров — до 2—3 лет. Это обеспечивает возможность обучения — передачи индивидуального опыта родителей потомству.

Млекопитающих считают высшим классом животного мира не только вследствие сложности и совершенства строения их тела, но и благодаря богатству и разнообразию деятельности нервной системы. Млекопитающие способны к индивидуальному обучению путем образования сложных условных рефлексов, к передаче накопленного опыта потомству, к изменению поведения в зависимости от изменений условий окружающей среды, к взаимодействию с членами семьи, стада или стаи, к строгой регламентации взаимоотношений внутри этих социальных образований. Все эти особенности обусловлены сильным развитием эволюционно молодого отдела головного мозга — коры больших полушарий. Кора больших полушарий становится высшим интегрирующим звеном центральной нервной системы, перерабатывающим поступающую извне информацию и координирующим как деятельность внутренних систем организма, так и произвольные поведенческие акты.

Показателем развития полушарий переднего мозга является отношение его массы к массе всего головного

мозга у млекопитающих разных систематических групп. У примитивных ежей (отряд насекомоядных) оно равно 48 %, у волков — 70, у дельфинов — 75, у человека — 78 %. У низших млекопитающих (насекомоядные) кора головного мозга гладкая, а по мере повышения уровня организации кора образует все большее число складок — извилин. Складчатость коры отражает как увеличение ее поверхности, так и возрастание числа нейронов в сером веществе. В функциональном отношении кора делится на ряд зон, управляющих теми или иными функциями (двигательная, зрительная, слуховая и др.). Функциональные зоны коры связаны между собой проводящими путями. Следует также отметить большие размеры мозжечка и дифференцирование его на несколько отделов, что связано с очень сложным характером движения у зверей.

Среди органов чувств у млекопитающих очень сильно развиты *обонятельные органы*, играющие в их жизни огромную роль. С их помощью звери опознают врагов, отыскивают пищу, членов своей семьи и потомство. Представители многих видов чувствуют запахи за несколько сот метров и обнаруживают пищевые объекты, находящиеся под землей. Только полностью водные млекопитающие (киты) практически лишены обоняния.

В подавляющем большинстве случаев очень хорошо развит также *орган слуха*. В его состав входят два новых отдела: наружный слуховой проход и ушная раковина (отсутствуют у водных и подземных зверей). Ушная раковина существенно усиливает тонкость слуха, особенно у ночных зверей и лесных копытных. Хорошим слухом обладают хищники. В полости среднего уха у млекопитающих находится не одна слуховая косточка, как у амфибий, рептилий, птиц, а три: молоточек, наковальня, стремечко. Стремечко передает звуковые колебания от наковальни во внутреннее ухо. В составе внутреннего уха большое значение имеет кортиева орган — система тончайших волокон, натянутых в канале улитки (см. рис. 170). При восприятии звука эти волокна резонируют, чем обеспечивается тонкий слух у зверей.

Ряд животных обладает способностью к звуковой локации (эхолокации). К ним относятся дельфины, тюлени, летучие мыши. Дельфины издают звуки частотой 120—200 кГц и способны лоцировать косяки рыб с расстояния 3 км. Меньшее значение в жизни млекопитаю-

ших имеют *органы зрения*. По остроте зрения они уступают птицам. Большую остроту и большие размеры глаз имеют ночные животные и обитатели открытых ландшафтов (антилопы). У видов, живущих в толще почвы, глаза редуцированы, иногда затянуты кожистой перепонкой (слепыши, кроты). Цветовое зрение развито сравнительно слабо.

Для класса млекопитающих в целом характерна более широкая и более совершенная *приспособляемость к разным условиям жизни*. Только этот класс заселил все среды обитания — наземную, воздушную среду, океаны и толщу почвы.

В процессе приспособления к разным местообитаниям млекопитающие разделились на следующие экологические группы:

I. Наземные звери — наиболее обширная группа млекопитающих, заселившая практически всю сушу (за исключением Антарктиды). Среди них можно выделить зверей, населяющих лес и заросли кустарников, и животных — обитателей открытых пространств. К первым относятся виды, проводящие большую часть жизни на деревьях и устраивающих там гнезда (белки, некоторые куницы, ленивцы, многие обезьяны и др.). Другие ведут полудревесный — полуназемный образ жизни и лишь частично добывают пищу на деревьях. Например, соболь основную часть пищи находит на земле (мышевидные грызуны, кедровые орехи и ягоды), но еще и ловит птиц и белок. Многие виды используют лес в основном как укрытие, добывая корм на земле (бурые медведи, лоси, олени, россомахи).

Обитатели открытых пространств (копытные, тушканчики, суслики) живут в условиях отсутствия естественных убежищ и обилия растительной пищи. Сюда же относятся многие насекомоядные, хищные, приспособившиеся к жизни в степях и пустынях.

II. Подземные млекопитающие — небольшая группа специализированных видов, проводящих в почве всю жизнь или значительную часть жизни. К ним относятся кроты, слепыши, сумчатые кроты и др. Они прокладывают в земле ходы передними лапами или сильно развитыми резцами. Питаются насекомыми, их личинками, дождевыми червями.

III. Водные звери. В этой экологической группе наблюдается ряд переходов от наземных видов к полностью водным. Например, норка устраивает норы на

суше — по берегам пресных водоемов, а кормится как в воде, так и на суше (рыбой, амфибиями, водяной крысой). Больше времени проводит в воде выдра, ее рацион в основном состоит из рыбы. У нее уже появляются приспособления к водному образу жизни — укороченные конечности, перепонка между пальцами, редукция ушной раковины. В еще большей мере связаны с водой тюлени, которые вне воды только спариваются и рожают детенышей. Наконец, к полностью водным относятся китообразные.

IV. К летающим зверям относятся рукокрылые, или летучие мыши.

Млекопитающие выработали разнообразные приспособления для переживания неблагоприятных условий, вызванных сменой сезонов года. К ним относятся миграции, зимняя спячка и запасание кормов. Массовые сезонные миграции в места с обильным кормом свойственны северным оленям, зайцам-белякам, песцам (из тундры в лесотундру и лесную зону). Вместе с оленями мигрируют волки и росомахи. Осенью улетают в теплые края многие летучие мыши.

Среди млекопитающих распространена также зимняя спячка — состояние пониженной жизнедеятельности в период, когда пища становится малодоступной. Спячка бывает разной интенсивности — от поверхностной (зимний сон), свойственной медведям, енотам, барсукам, до глубокой, характеризующейся оцепенением, снижением температуры тела и уменьшением частоты дыхания (ежи, суслики, тушканчики и др.).

Запасание корма на зиму характерно для грызунов. Лесные мыши, полевки, песчанки, бобры, белки запасают зерна злаков, сухую траву, желуди, семена деревьев и т. п.

*Хозяйственное значение млекопитающих* исключительно велико. Дикая охота служила источником многочисленных домашних пород млекопитающих, удовлетворяющих многие потребности человека (домашняя собака, овцы, лошади, крупный рогатый скот, верблюды, свиньи и многие другие). Процесс одомашнивания диких видов продолжается и в наше время. На фермах разводят соболей, норок, песцов, лисиц, нутрий. Перечисленные виды находятся на разных стадиях одомашнивания. Большие успехи достигнуты в селекции серебристо-черных лисиц.

Помимо этого 150 видов отечественной фауны

могут служить объектами охоты с целью получения мяса или пушнины. Ради пушнины добывают около 50 видов диких зверей (белка, соболь, песец, ондатра, зайцы и др.). Копытные ежегодно отстреливаются в количестве 500—600 тыс. голов (лоси, косули, северные олени, сайгаки и др.). Для пополнения запасов ценных видов широко используется акклиматизация зверей. Из Северной Америки завезены ондатра, енот-полоскун, американская норка, серебристо-черная лисица, овцебык. Переселяются также отечественные виды на территории, подходящей по природным условиям. Например, уссурийская енотовидная собака, обитавшая только в Приморском крае, сейчас стала обычной в европейской части СССР. Восстановлена численность соболя и бобра. Редкие и исчезающие виды занесены в Красную книгу и взяты под охрану. Сохранению нашей фауны способствует создание широкой сети заповедников, где проводится работа не только по охране определенных видов, но и по акклиматизации новых.

Млекопитающие отделились от примитивных неспециализированных палеозойских рептилий, сохранивших еще многие черты земноводных. К таким признакам следует отнести, например, влажную кожу, богатую железами, и способность к кожному дыханию (хотя и в ничтожных размерах). В процессе эволюции у млекопитающих сформировался ряд крупных ароморфозов, повысивших активность их жизнедеятельности, уменьшивших зависимость от изменений внешней среды и обеспечивших благоприятные условия для развития потомства: живорождение, вскармливание детенышей молоком, развитая кора больших полушарий, обусловившая возможность приспособительного поведения, формирование четырехкамерного сердца и утрата одной из двух дуг аорты, дифференцированные зубы. От примитивных млекопитающих еще в триасе отделилась ветвь, давшая начало современному подклассу первозверей, или клоачных. Значительно позже, в юрском — меловом периодах, появились сумчатые плацентарные млекопитающие. Сумчатые были быстро вытеснены плацентарными и сохранились в небольшом числе только в Австралии и Южной Америке. Биологический расцвет млекопитающих наступил только в кайнозойскую эру после вымирания крупных рептилий.