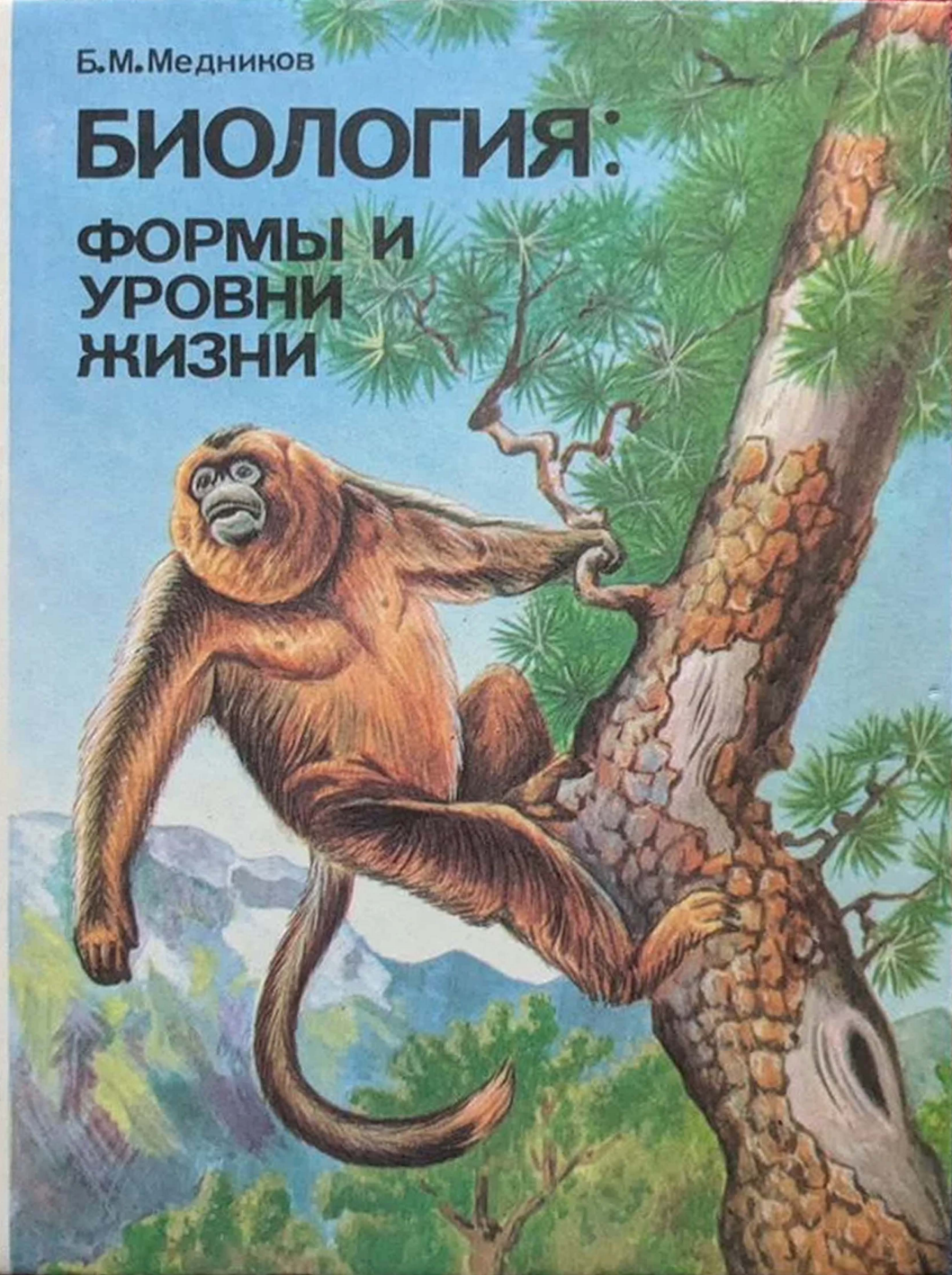


Б.М.Медников

БИОЛОГИЯ:

ФОРМЫ И УРОВНИ ЖИЗНИ



Медник Б. М.

Тема: Формы и уровни жизни: Пособие для учащихся.— М.: Медицина, 1994. — 416 с.: ил.— ISBN 5-09-004384-1.

В доступной и образной манере автор описал все многообразие живой природы. Книга формирует представления о формах и уровнях организации жизни, раскрывает их эволюционный путь. Книга широко иллюстрирована, написана живо, интересно, с широким привлечением сведений из истории, литературы, медицины. Книга предназначена для биолого-химического уклона, гимназий (10—11 кл.), может использоваться для поступающих в вузы.

ББК
14 05 1004/05, № 128

ББК 28

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ БИОЛОГИИ

Свойства жизни. Клетка — основа жизни: пределы сложности жизни. Способы ускорения обмена. Законы поверхности и объема клеток. Неизбежность возникновения разума

Свойства жизни

Биология (от греч. «биос» — жизнь и «логос» — слово) — совокупность наук о жизни. Необходимо прежде всего понять, что такое жизнь, живое вещество, определить ее основные свойства. Нет признаваемого всеми определения жизни, но никто не сомневается, что это понятие реальное, существующее вне нас, а не придуманное человеком.

Прежде чем рассматривать представителей живой природы, от примитивного вируса до человека, зададимся вопросом: что нас объединяет? Какие свойства присущи всем живым существам на Земле?

Структура жизни. Определим основные свойства жизни. Это прежде всего организованность, структура. *Структурой* называется совокупность частей, расположенных в пространстве и во времени в определенном порядке. Бросим на стол три карандаша. Они рассыплются случайно. Но расположив их так, чтобы они все касались друг друга концами, мы получим простейшую треугольную структуру с определенными свойствами (например, сумма внутренних углов в ней всегда равна двум прямым углам, 180° , рис. 1), о чем это свидетельствует? Биологический объект, хотя бы человек, — структура, во много раз более сложная. Но каждый человек имеет особым образом устроенное сердце и легкие, две руки, две ноги и т. д. Отклонения они имеют характер уродств, врожденных или приобретенных, и часто несовместимы с жизнью.

Специфичность. Но этого мало: структура каждого живого существа присуща только его виду, т. е. она *специфична*. Люди, например, могут быть высокими и низкими, худыми и полными, однако всегда можно отличить человека от лошади, лошадь от кошки и т. д. Специфичность структуры прослеживается вплоть до молекул, из которых состоят тела живых организмов (рис. 2).

Самовоспроизводимость. Живые существа в течение всей жизни сохраняют специфичную структуру и

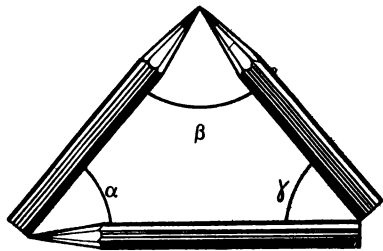


Рис. 1. Пример простейшей структуры: три карандаша, сложенные концами, образуют структуру со свойствами, которых нет у составляющих ее элементов (сумма углов равна двум прямым — 180°)

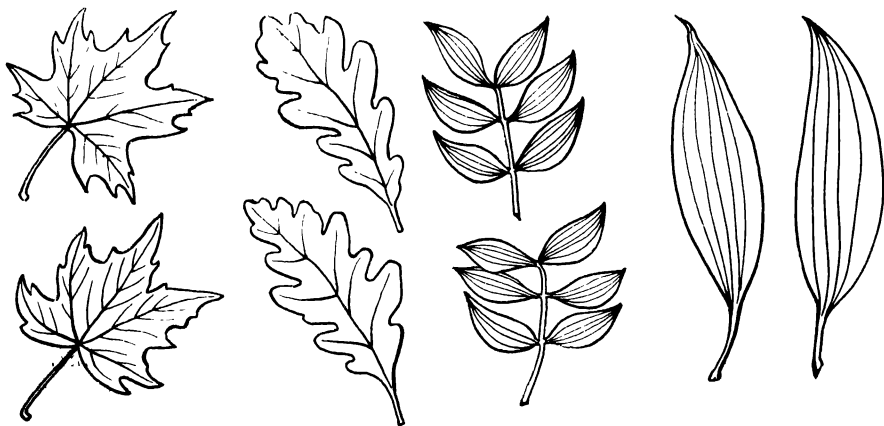


Рис. 2. Пример специфичности структуры биологических объектов: листья растений разных видов различаются по строению

передают ее своим потомкам при размножении. Это два новых свойства жизни: *самовоспроизведение* и *самоподдержание*. Каждое живое существо имеет ограниченный срок жизни, но оставляет после себя потомство (самовоспроизведение). Оно же может заживать свои раны и повреждения; противостоять болезням и паразитам (самоподдержание).

Потребление энергии. Этих свойств недостаточно, чтобы четко определить понятие *жизнь*. Многие неживые объекты имеют сложную структуру, к тому же самоподдерживающуюся и размножающуюся. Таковы кристаллы. В насыщенном растворе хлорида натрия (поваренной соли) выпадают кристаллы NaCl . По мере испарения раствора они растут, увеличиваются в числе и в размерах. Более того, обломив уголок кристалла и положив его в раствор обратно, мы можем наблюдать, что кристалл «залечит» дефект, обломанный уголок достроится NaCl , выпадающего из раствора. Кроме того, структура кристаллов специфична, зависит от того вещества, из которого они возникают. NaCl кристаллизуется в виде кубов, алмаз — в виде двух четырехгранных пирамидок с общим основанием — октаэдров (рис. 3).

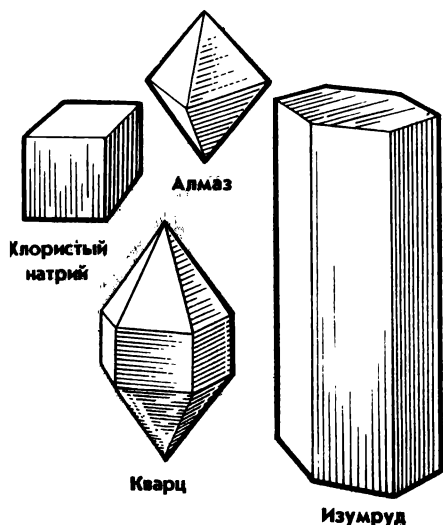


Рис. 3. Специфичность структуры кристаллов

Но кристаллы — структуры с минимумом свободной энергии. Чтобы разрушить кристалл, переведя его, например, в жидкое состояние, надо затратить энергию (рис. 4). Простой пример: чтобы кристаллическую воду (лед) растопить, нужно тепло (333 кДж/г). Живые структуры, наоборот, поглощают энергию при росте и развитии (растения — в виде света, животные — потребляя пищу). Так что в энергетическом балансе кристаллы и живые существа — противоположности.

Обмен веществ. Теперь можно определить понятие «жизнь». Это *специфичная структура, способная к самовоспроизведению (размножению) и самоподдержанию с затратой энергии*. Из этого определения вытекают новые свойства.

Чтобы расти, увеличивать массу, производить потомков и залечивать раны, необходим *приток новых веществ и энергии*. Часто оба притока совпадают: съедая сахар, мы запасаемся энергией, которая в нем содержится и выделяется при окислении сахара до углекислого газа (CO_2) и воды (H_2O).

Чтобы жить, живые существа должны быть *открытыми системами, осуществляющими обмен веществ*.

Изолируйте живое существо от окружающей среды, и оно погибнет. Некоторые простейшие организмы могут, конечно, пережить отсутствие обмена. Таковы вирусы (в пробирке они могут кристаллизоваться как простые химические соединения), споры бактерий, покоящиеся стадии развития многих животных и растений. В этом состоянии скрытой жизни (анабиозе) они могут быть высушены и выдерживают низкие температуры, почти до абсолютного нуля (-273°C). Но ни расти, ни размножаться они в этом состоянии не могут.

Обмен веществ состоит из двух противоположных процессов: ассимиляции и диссимиляции. *Ассимиляция* — «уподобление». (Корень здесь тот же, что и в слове «симулянт» — симулянт «уподобляется» больному.) Живое существо ассимилирует из внешней среды нужные ему вещества и превращает их в вещества, для него специфичные. Этот процесс требует энергии, для получения которой организмы расходуют большую часть потреб-

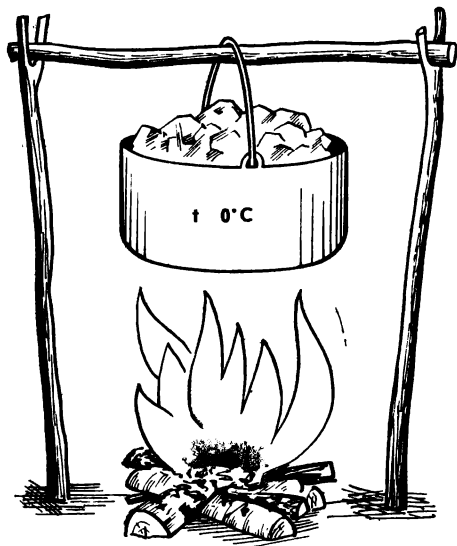


Рис. 4. Различие между структурами кристаллов и живых организмов.

Растапливая на костре в котелке лед, мы одновременно разрушаем структуру дров и кристаллов льда. В первом случае энергия выделяется в виде теплоты. Тающий лед, наоборот, получая эту энергию, сохраняет постоянную температуру (0°C), пока структура всех его кристаллов не разрушится. Для этого каждый грамм льда должен получить около 333 кДж энергии

ляемой пищи. При этом неизбежны отходы. Они же возникают при разрушении поврежденных структур и создании новых. Отходы живые существа выделяют в виде простых, неспецифичных для них соединений (H_2O , CO_2 , NH_3 и ряда других, с которыми мы познакомимся позже, в главе 18). Этот процесс называется *диссимиляцией* (разуподоблением).

Чтобы живые существа могли скапливать в себе нужные вещества, они должны быть как-то обособлены от внешней среды. В фантастических романах порой описывают неземную жизнь в виде единого целого, например живого океана на планете Солярис. Но на Земле жизнь существует *видуум* по-латыни то же, что и «атом» по-гречески: «неделимый».) Отделенный от организма часть не может существовать самостоятельно. Как мы увидим дальше, именно это свойство земной жизни — дискретность обеспечивает ее историческое развитие.

Клетка — основа жизни: пределы сложности жизни

Клетка — основа жизни. Простейший индивид, простейшая особь, которая может существовать самостоятельно, без помощи других, — *клетка*. Так английский натуралист Р. Гук в 1665 г. назвал ячеистую структуру тонкого среза пробки, которую увидел в микроскоп. Но окончательно значение клетки для жизни понял лишь в 1839 г. немецкий зоолог Т. Шванн, использовавший данные М. Шлейдена и других ученых. Клетка — элементарная единица жизни.

Многие особи всю жизнь существуют в виде одной клетки — *одноклеточные*. Когда они ассимилируют достаточное количество массы, они делятся, и дочерние клетки существуют самостоятельно. У *многоклеточных* клетки не расходятся, а образуют единый организм. Например, человеческий организм состоит примерно из 10^{15} (миллиона миллиардов) клеток. Но и он берет начало от одной-единственной клетки — оплодотворенной яйцеклетки матери. Новые клетки возникают лишь в результате деления старых. Это общий принцип биологии: *всякая клетка — из клетки*.

Открытие *вирусов* — доклеточных форм жизни — этот принцип не нарушило, потому что все вирусы могут расти и размножаться лишь в клетках. Это внутриклеточные паразиты. Вне клетки вирусы гриппа и оспы, бешенства и мозаики табака ведут себя как обычные химические соединения. По отношению к клеткам вирусы — вторичное явление.

Подробно строение клетки рассмотрим в следующих главах. Пока запомним, что любая клетка состоит из трех обязательных частей: ограничивающей ее *мембраны* — тонкой оболочки, через которую проходят мелкие молекулы, но не проходят крупные, содержимого — *цитоплазмы* и расположенного в цитоплазме *генетического аппарата*. Генетический аппарат (от лат. «генус» — род) — важнейшая часть клетки, именно от него зависит способность клетки к самовоспроизведению. У высших организмов гене-

тический аппарат также окружен мембраной, тогда он называется **ядром**. Низшие организмы — бактерии ядра не имеют, и генетический аппарат их под микроскопом можно увидеть, лишь применяя особые методы обработки клеток. Безъядерные организмы выделяют в группу прокариот (первичноядерных), ядерные — в группу эукариот (истинноядерных).

Некоторые клетки многоклеточных, например красные кровяные тельца (эритроциты) нашей крови, достигнув зрелости, теряют ядра. С ними они теряют и способность к делению, размножению. Поэтому эритроциты, послужив в среднем 120 дней, погибают и распадаются, заменяясь новыми.

Многие клетки бактерий, растений, грибов и ряда животных образуют вокруг себя прочную защитную оболочку из стойких веществ. У растений это, например, клетчатка (целлюлоза), стойкая к внешним воздействиям и придающая клетке жесткость. Из целлюлозы состоят волокна хлопка и льна, из которых прядут нити для одежды. Именно оболочки мертвых клеток пробки разглядел Р. Гук в свой микроскоп, назвав их по-латыни **целлюлами** (клеточками).

Многие клетки, особенно у одноклеточных, способны к самостоятельному движению. Одни как бы переливаются с места на место, выпуская отростки, у других имеется орган движения — **жгутик**. Вращаясь, жгутик, как винт самолета, тянет за собой клетку. Число жгутиков у одноклеточных может достигать многих сотен и тысяч.

Размеры клеток очень изменчивы (рис. 5). Самые маленькие из них могут быть меньше крупных вирусов. Это внутриклеточные паразиты других организмов. Таковы **микоплазмы**, из которых самым мелким считается возбудитель одной из форм воспаления легких у человека и животных. Микоплазма лишь в тысячу раз больше самого мелкого из атомов — атома водорода, масса ее всего $5 \cdot 10^{-16}$ г, а диаметр около 0,1 мкм. По-видимому, это уже близко к пределу.

А самые крупные клетки — яйцеклетки птиц, черепах, акул. Из них рекордсменом было яйцо эпиорниса — недавно, на памяти человека вымершей страусовидной птицы с острова Мадагаскар. Объем яйца эпиорниса достигал 9 л. Но у таких яиц делится и участвует в формировании зародыша лишь ничтожный участок на поверхности желтка (зародышевый диск). Большая часть желтка и весь белок лишь запас питательных веществ.

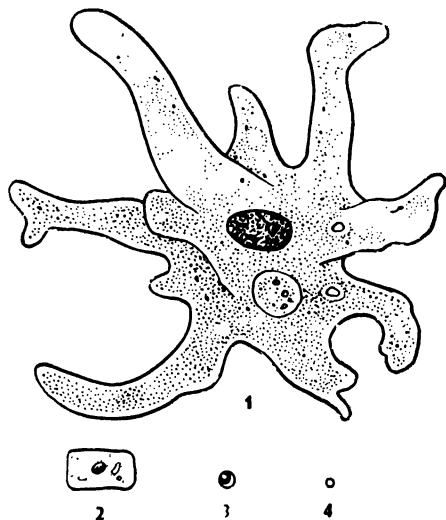


Рис. 5. Относительные размеры клеток:
1 — простейшее (амеба) — 0,01 см;
2 — средняя клетка ткани млекопитающего (0,001 см); 3 — бактерия (0,0001 см); 4 — микоплазма (в этом масштабе практически незаметная точка — 0,00001 см)

Пределы сложности жизни. Способность клеток к росту и делению (самовоспроизведению) требует от них определенного уровня сложности. Простые структуры не могут размножаться. Один из основателей науки кибернетики Дж. фон Нейман подсчитал, что для того, чтобы структура (все равно, живая или созданный человеком пока еще в фантастике размножающийся автомат) могла воспроизвести себе подобную, сложность ее должна быть велика, — описать ее можно было бы лишь объемом информации порядка 10^6 двоичных единиц (миллиона бит). Примерно такой объем информации заключен в генетическом аппарате простейших микроорганизмов. Проще организму быть уже нельзя. Только вирусы, используя структуры хозяйских клеток, могут упроститься ниже этого предела.

Устройство и принципы действия генетического аппарата клетки будем рассматривать в последующих главах. Пока следует запомнить, что генетическая информация, необходимая для построения организма, «записана» в длинных молекулах *дезоксирибонуклеиновой кислоты* (ДНК). У многих вирусов роль ДНК выполняет другая кислота — *рибонуклеиновая* (РНК). ДНК и РНК можно сравнить с магнитофонной лентой, на которой записана программа для построения самого магнитофона. Клетка, способная расти и делиться, производя свое подобие, и есть этот магнитофон, точнее, автоматический станок, работающий по заданной ему программе. Только это станок небывалой, пока не достигнутой инженерами сложности. Наши автоматические станки пока самовоспроизводиться не умеют, хотя задача эта в принципе разрешима даже на современном уровне техники.

Способы ускорения обмена веществ

Ясно, что чем скорее у организма протекают процессы ассимиляции и диссимиляции, тем быстрее он растет и приступает к размножению. В клетках химические реакции идут с очень большой быстротой. Фактически у самых низших микроорганизмов, самых простейших бактерий обмен идет с такой скоростью, что их рост определяется лишь поступлением новых веществ и энергии. Представим себе завод, станки на котором обрабатывают все поступающее за день сырье в считанные часы. Естественно, объем продукции этого завода будет определяться только скоростью поступления нового сырья и скоростью вывоза отходов производства (иначе рабочие в них просто потонут). Похожее положение складывается у живых организмов: для них транспорт вещества и энергии приобретает первостепенное значение.

Самый простой способ, с помощью которого клетки получают сырье для ассимиляции, — физический процесс *диффузии* (рис. 6). Мембрана клетки проницаема для низкомолекулярных соединений (молекул с малой массой). Представим себе одноклеточный организм, обитающий в среде, где растворены питательные вещества, например сахар. Молекулы сахара могут свободно проходить через мембрану как в клетку, так и из клетки. Пока концентрация сахара в среде выше, чем в клетке, процесс диффузии будет снабжать ее пищей. Но это продлится недолго — до тех пор, пока

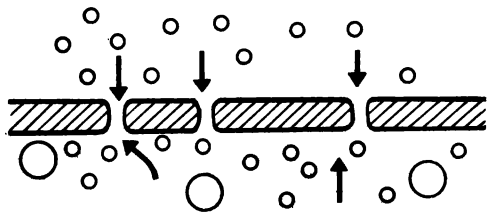


Рис. 6. Диффузия молекул через полупроницаемую мембрану: мелкие молекулы свободно проходят через поры, а крупные задерживаются

концентрации сравниваются. Тогда вероятность ухода нужной молекулы за пределы клетки сравнивается с вероятностью ее прихода.

Но ведь в клетке идут химические реакции, сахар расходуется, расщепляясь на воду и углекислый газ, или же связывается в соединения с большой молекулярной массой, не проходящие через поры мембраны. Поэтому разность концентрации «сырья» внутри и вне клетки сохраняется, и процесс диффузии будет «накачивать» сахар в клетку до тех пор, пока он в ней расходуется. Клетка также выделяет продукты диссимиляции: здесь, наоборот, идет выкачивание той же воды и углекислого газа через мембрану в обратном направлении.

Вы можете смоделировать этот процесс в простом опыте. Мембраной может послужить целлофановая оболочка от сосиски. Сделайте из нее мешочек, заполните чистой водой и погрузите или подвесьте в сосуд с водой, в которой растворено несколько капель чернил. Через определенное время вы заметите, что в мешочке и в сосуде окраска воды станет одинаковой. Это значит, что наступило диффузионное равновесие, концентрации по обе стороны мембраны сравнялись.

Теперь положите в целлофановый мешочек горсть активированного угля (например, немного толченого карболена, который можно купить в аптеке). Уголь связывает краситель, поэтому в мешочке вода всегда остается прозрачной. В конце концов так можно очистить всю воду в сосуде — все чернила «ассимилирует» наша искусственная, модельная клетка. Процесс диффузии ускоряется при помешивании, встряхивании мешочка. По той же причине цитоплазма клеток находится в непрерывном движении, постоянно перемешиваясь.

Отсюда вытекает способ ускорить процесс ассимиляции — *движение*. Уже самые примитивные одноклеточные организмы могут переползать с места на место или обретают жгутики — органы движения. Израсходовав питательные вещества в одном месте, они переплывают в другое, обычно следуя по градиенту нужного им вещества. Жгутики часто имеются и у клеток сидячих, прикрепленных. Непрерывно работая ими, они создают вокруг себя ток свежей воды. Жгутики возникли очень рано, у самых первых клеток.

Другой способ ускорения ассимиляции также возник очень рано. Уже одноклеточные организмы могут потреблять питательные вещества не по отдельным молекулам, а большими порциями. На мембране клетки тогда образуется углубление, вмятина, которое отшнуровывается от внешней среды и в виде пузырька уходит в цитоплазму. Если клетка «заглатывает» таким способом жидкость, это называется *пиноцитозом* (клеточным питьем, от греч. «цитос» — клетка). При *фагоцитозе* (клеточной еде) клетка заглатывает оформленные частицы, например организмов, которые меньше ее по размеру. Пиноцитоз и фагоцитоз — способы потребления клеткой питатель-

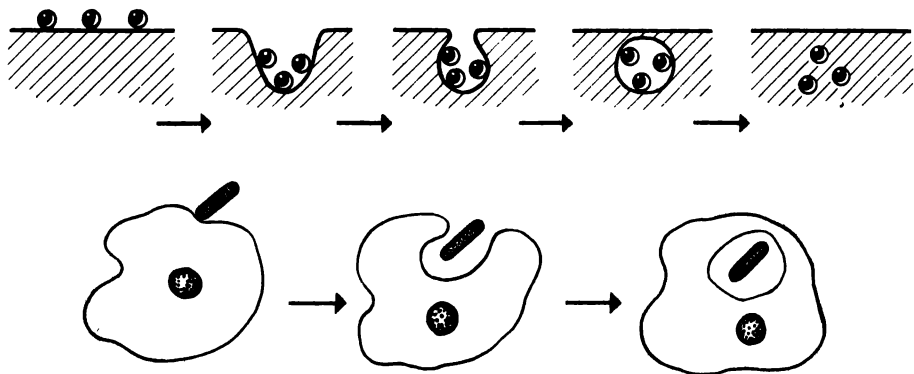


Рис. 7. Схема пиноцитоза (*вверху*) и фагоцитоза

ного «сырья», которое не может пройти через поры ее мембраны (рис. 7). Со временем пузырек (*вакуоль*) рассасывается и содержимое его сливается с цитоплазмой.

Законы поверхности и объема клетки.

Необходимость непрерывного транспорта веществ через поверхность мембраны накладывает жесткие ограничения на форму и размеры клеток. Представим себе шаровидный одноклеточный организм. При увеличении его размеров поверхность возрастает пропорционально второй степени радиуса ($4\pi r^2$), а объем и масса — пропорционально третьей степени ($\frac{\pi D^3}{6}$). Так как обмен веществ осуществляется через поверхность клетки, поступление пищи отстает от потребления и клетка начинает голодать. Но этого мало: будет отставать и вывод из клетки продуктов диссимиляции и она будет отравлена своими же отбросами.

Не следует забывать также о выводе лишнего тепла. Ведь ни в технике, ни в природе нет механизмов со 100%-ным коэффициентом полезного действия. На заводе, который мы брали в качестве примера, много энергии тратится на выделение теплоты в результате трения в подшипниках вращающихся частей, на сопротивление проводников в моторах, трансформаторах, линиях передачи и т. д. Клетка также не представляет исключения. При синтезе специфических для нее структур часть энергии рассеивается в виде теплоты.

Много ли этой теплоты? Подсчитали, что крошечная бактерия на единицу массы выделяет теплоты больше, чем соответствующее по массе ко-

личество материи Солнца. Значит, бактерия размером с Солнце не могла бы существовать: она перегрелась бы мгновенно и взорвалась как сверхновая звезда. Этот пример, конечно, фантастический: до размеров Солнца бактерия просто не доросла бы, потому что, как только радиус ее превысит 1 мкм (миллионную долю метра), она начнет голодать и потому или остановится в росте, или разделится.

Но ведь существуют и куда более крупные клетки, и многоклеточные организмы, в том числе такие гиганты, как слоны и киты. Как же они решают задачу противоречия между поверхностью и объемом? Надо так изменить форму, чтобы объем (масса) был как можно меньше, а поверхность — как можно больше. Клетки могут сплющиваться в лепешки или вытягиваться в палочки, т. е. приобретать форму цилиндра (у шара отношение объема к поверхности равно трети радиуса, у цилиндра — половине радиуса). Чем длиннее и тоньше палочка, тем выгоднее для транспорта веществ отношение объема к поверхности. И у многих организмов клетки вытягиваются в нити.

Клетки, пошедшие по другому пути, образуют корневидные выросты, увеличивающие поверхность. Эти выросты называют *псевдоподиями* (*ложноножками*). Порой длина их многократно превышает размеры самой клетки.

Вы спросите: а как же многоклеточные организмы? У них появляются *органы* (отсюда и название «организм», т. е. имеющий органы), ответственные за потребление веществ и их выделение. Все они состоят из структур с очень большой поверхностью. Для растений, например, главные такие структуры — листья и корни. Через поверхность листьев идет потребление углекислого газа и световой энергии Солнца, а также испарение воды и дыхание. Поэтому поверхность листьев на 1 м² луга достигает 6 м², у среднего дерева порядка 100 м². Кактусы, растения пустынь, чтобы не тратить воду на испарение через листья, потеряли их и обрели форму, близкую к цилиндру или шару. Но они и растут медленно.

Через корни у растений идет всасывание воды и минеральных веществ. Тут соотношение еще более разительное. Ползучие плети всем вам известной тыквы достигают длины нескольких метров, а общая длина корней, включая самые мелкие, — 25 км!

У многоклеточных животных в отличие от неподвижных растений обменные структуры с огромной по сравнению с их размерами поверхностью как бы упрятаны внутрь, чтобы не мешать движению (рис. 8). Исключения редки, например огромные ушные раковины африканских слонов, через которые организм выводит избыток тепла.

Главные обменные структуры животных: органы пищеварения (кишечник, через поверхность которого идет всасывание питательных веществ), органы дыхания (жабры у водных животных и легкие у дышащих воздухом, через поверхность которых идет потребление кислорода и выделение углекислого газа) и почки, через которые идет выделение основных продуктов распада. Кислород и питательные вещества доставляются во все уголки организмов кровеносной системой. Рассмотрим примеры, показывающие, насколько велики обменные поверхности у человека.

Наша кровь — прозрачная жидкость, красный цвет ей придают эрит-

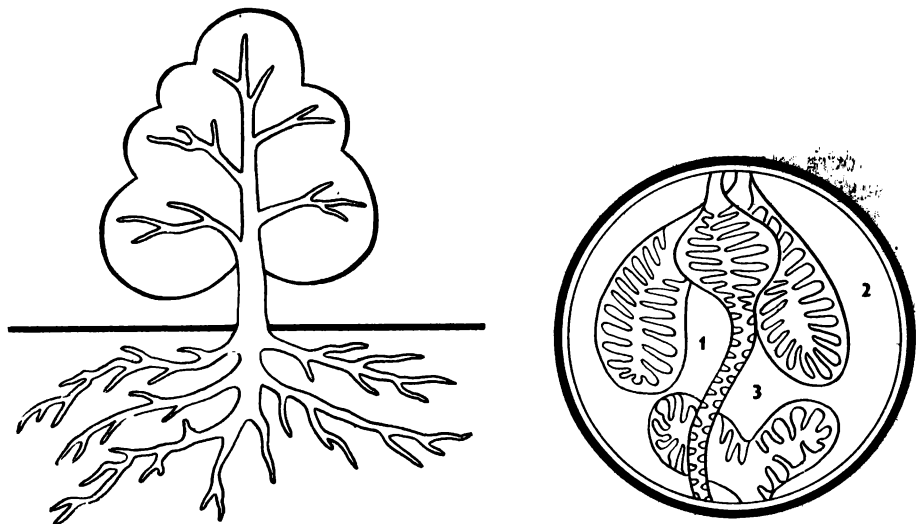


Рис. 8. Принцип строения высших растений и животных.

У растений всасывающие поверхности (листья и корни) снаружи, в компактном теле животных они внутри: это полости кишечника (1), легких (2), почек (3), внутренняя поверхность которых многократно увеличивается благодаря разнообразным выростам

роциты (по-греч. «красные клетки»), о которых мы уже упоминали, — красные кровяные тельца, разносящие по телу кислород. У здорового мужчины концентрация эритроцитов около $5 \cdot 10^{12}$ на литр крови (у женщины немного меньше). Диаметр каждого эритроцита $7,2\text{--}7,5$ мкм (миллионных долей метра), но они сплющены и посередине с обеих сторон имеют вмятины, так что объем их не превышает 90 мкм³. Через мембрану эритроцита и кислород, и углекислый газ диффундируют с большой скоростью. А общая поверхность всех эритроцитов около 3000 м² (сравните хотя бы с площадью вашей классной комнаты).

Получают O_2 и отдают CO_2 эритроциты в альвеолах — микроскопических впячиваниях, которыми покрыта поверхность наших легких. Попробуйте рассчитать поверхность альвеол, если диаметр каждой $150\text{--}300$ мкм, а в каждом легком их 400 млн. Альвеолу можно уподобить половинке шара (формула поверхности шара $4\pi r^2$).

Обратный процесс — отдача O_2 и поглощение CO_2 — происходит в основном в капиллярах (от лат. «капиллюс» — волос) — тончайших кровеносных сосудах, густая сеть которых пронизывает все ткани высших животных. (Общая длина всех капилляров человека составляет 100 тыс. км!) Полный оборот от альвеолы до капилляра и обратно кровь совершает всего за 23 с. И тем не менее при тяжелой физической работе, например при подъеме в гору, начинает не хватать кислорода.

Такого же порядка величины всасывающая поверхность нашего кишечника и выделительная поверхность почек, обеспечивающие максимально

возможную скорость ассимиляции и диссимиляции — двух процессов, из которых состоит обмен веществ.

Неизбежность возникновения разума

Чтобы обмен шел с достаточной для жизни скоростью, необходимо поступление пищи. И все внешние структуры высших животных направлены на то, чтобы обеспечить их пищей. Здесь возможны два пути.

Очень многие животные питаются пищей малокалорийной, но обычно имеющейся в избытке, например илом на дне водоемов или перегноем почвы, как дождевые черви. Для этого не нужно быстро двигаться, поэтому они переползают не спеша с места на место, а то и просто неподвижны. Такой путь надежный, но неперспективный. Гораздо более совершенно устроены организмы животных, активно хватающих свою пищу, — подвижных особей. У таких животных появляются органы движения вместо жгутиков, бессильных, когда нужно перемещать в пространстве большую массу. У водных животных это плавники и конечности, действующие как весла, у наземных — ноги, у птиц, летучих мышей и насекомых — крылья.

Впоследствии мы убедимся, что способность к передвижению, чтобы захватить добычу (и, наоборот, самому не стать добычей другого), у высших животных достигает предела. Дальше увеличивать скорость нельзя, потому что материал, из которого построены живые организмы, также имеет предел прочности. Поэтому дальнейшее усовершенствование связано не столько с ускорением самой скорости движения, сколько с рациональным его использованием. Для этого нужны структуры органов чувств, собирающие информацию о внешней среде: зрение, обоняние, осязание, нервная система. Все высшие организмы имеют хорошо развитую нервную систему, и, чем лучше она развита, тем меньше они затрачивают энергии на поиски пищи, тем эффективнее обеспечивают нужный им уровень обмена веществ.

Развивая этот принцип, отечественный биолог С. Э. Шноль пришел к важному выводу — о практи-

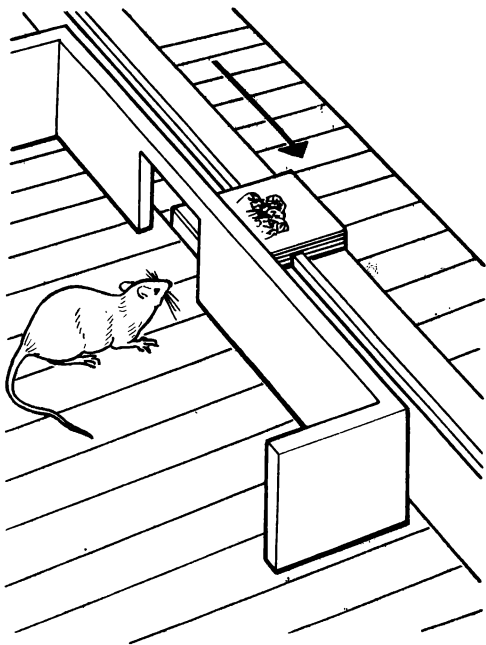


Рис. 9. Схема опыта, в котором определяют степень рассудочной деятельности животных.

«Глупое» животное бросается к окошку, в котором появилась порция корма, «сообразительное» спешит к концу ширмы и там дожидается его появления

ческой неизбежности появления на нашей планете разумной жизни. В самом деле, у животных с высоким уровнем развития нервной системы — у черепах, птиц, млекопитающих — появляется рассудочная деятельность.

Насколько животное к ней способно, можно точно определить в опыте (рис. 9). Мимо подопытного животного движется пищевой объект, например блюдо с кормом. «Безрассудные» животные кидаются прямо на него и промахиваются — блюдо с кормом успевает «убежать». Более высокоразвитые движутся к точке впереди по направлению движения добычи и успевают ее перехватить. Так, неопытный стрелок целится прямо в летящую птицу, а опытный стреляет с упреждением, целясь впереди нее, чтобы дробь встретила птицу. Животное, способное к рассудочной деятельности, как говорят, экстраполирует движение добычи, как бы предсказывает, прогнозирует ее будущее местоположение.

Далеко не все животные способны к такому прогнозу. Черепахи, например, к нему способны, а куры нет. Из зверей наиболее «умными» оказались медведи, дельфины и обезьяны. Для животных это тяжкий труд: попытка развить способность к прогнозу у белых крыс привела к тому, что у подопытных животных стали развиваться тяжелые неврозы, схожие с истерией у человека.

Итак, слабый огонек разума вспыхнул впервые в царстве животных. Но полное развитие он получил только у человека, и именно эта уникальная способность сделала его «царем» природы.

В этой главе перечислены все основные принципы, на основании которых жизнь развивалась, — от простейшей клетки до человеческого мозга. В следующих главах рассмотрим разнообразие форм живой природы начиная от самых простейших. Лишь получив эти знания, мы сможем приступить к рассмотрению деталей строения жизни начиная с молекул, составляющих живое вещество. Изучая следующие главы, не старайтесь заучивать особенности микроорганизмов, растений и животных механически. Во всех случаях помните о принципах строения и развития живых существ и пробуйте объяснить строение, например, бактерий, грибов, мхов и насекомых, из этих принципов.

ГЛАВА 2. САМЫЕ ПРОСТЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Биологическая система. Царство вирусов. Надцарство прокариот

Биологическая система

Разнообразие жизни на Земле с трудом поддается описанию. Полагают, что сейчас на нашей планете обитает свыше миллиона видов животных, 0,5 млн. видов растений, до 10 млн. микроорганизмов, причем эти цифры занижены. Нет и не будет никогда человека, который знал бы все эти виды. Тем более возникает острая нужда в системе живой природы, руководствуясь которой мы могли бы найти в ней место для организма, который нас интересовал, — будь то бактерия, вызывающая новую болезнь, новый жук или клещ, птица или рыба. Эту необходимость естествоиспытатели осознали еще в позапрошлом веке.

Именно тогда великий шведский натуралист Карл Линней создал первую научную систему живой природы, которой мы пользуемся и в настоящее время. Отсчет возраста научной систематики ведется с 1758 г., когда

вышло в свет 10-е издание линнеевской «Системы природы». Основные принципы Линнея и названия видов, данные им, сохраняются до сих пор, хотя видов сейчас известно в тысячи раз больше.

Два принципа положил К. Линней в основу. Первый из них — *бинарная номенклатура* (двойное название). Это означает, что каждый вид называется двумя словами: существительным и прилагательным, причем по-латыни. Так, собака домашняя получила название *Canis familiaris* (канис фамилиарис), волк, ее ближайший родственник и предок, — *Canis lupus* (канис люпус) и т. д. Некогда латынь была международным языком ученых языках животные и растения называются по-разному. Отмена латыни вызвала бы среди систематиков невообразимую путаницу, и судьба научной работы зависела бы от точности перевода. Конечно, древние римляне никогда не имели в своем языке столько слов, сколько мы знаем видов. Поэтому систематики сами придумывают названия, исходя из латыни, древнегреческого и современных языков, но следуют латинскому правописанию. Например, дикая лошадь из Монголии называется *Equus przewalski* (эквус Пржевальски, в честь открывшего ее знаменитого путешественника Н. М. Пржевальского). По правилам, упоминая вид в тексте впервые, приводят по-латыни и фамилию автора, его описавшего. Например, бурый медведь пишется *Ursus arctos Linnaeus* (медведь северный Линнея). Несколько самых знаменитых систематиков настолько общеизвестны, что фамилии их пишутся сокращенно. Виды, описанные самим Линнеем, обозначают буквой *L.*, например вид *Homo sapiens L.* (Человек разумный).

Если виду название дано, его уже нельзя изменять. Принцип линнеевской системы — *иерархия, соподчиненность*, подобно тому как в армии солдаты объединяются в отделения, отделения во взводы, взводы в батальоны, виды объединяются в роды, роды в семейства и т. д. Первое слово в названии собаки родовое. В род *Canis* объединяются вместе с собакой волк, шакал, североамериканский койот и австралийская собака динго. Если по каким-либо причинам вид надо перенести в другой род, прилагательное сохраняется, но имя автора пишется в скобках (например, (*L.*)).

Всего в биологической системе восемь наиболее распространенных рангов:

Разновидность (бульдог, лайка, овчарка).

Вид — Собака домашняя	<i>Canis familiaris</i> .
Род — Собака	<i>Canis</i> .
Семейство — Собачьи	<i>Canidae</i> .
Отряд — Хищные	<i>Carnivora</i> .
Класс — Млекопитающие	<i>Mammalia</i> .
Тип — Хордовые	<i>Chordata</i> .
Царство — Животные	<i>Animalia</i> .

Ранг разновидности использовал и сам К. Линней. В эту категорию входят, например, породы собак (овчарка, лайка, бульдог), а также разновидности, обитающие в определенной местности, — *подвиды*. Например, лиса светло-желтой масти, обитающая в Средней Азии, выделяется в под-

вид *Vulpes vulpes flavescens* (L.) (желтая). После К. Линнея систематики добавили ранги *семейства* и *типа*. Ботаники вместо ранга *отряд* используют *порядок*. Например, крапива (*Urtica* — уртика) относится к порядку *Urticales*. Часто, чтобы подчеркнуть разнообразие в какой-либо из групп, используют подчиненные категории, например *подрод*, *подотряд*, *подкласс* (или, наоборот, *надкласс*, *надсемейство*). Царство (животных, растений) во времена Линнея считалось наивысшим рангом. Теперь часто употребляют систематические категории *надцарство*, реже *империю*. Прокариоты и эукариоты — пример таких надцарств. Это высочайшие систематические категории наподобие фронтов в воюющей армии.

Вот самые основные принципы биологической системы, знать которые необходимо каждому образованному человеку. Добавлю, что биологическая система еще не завершена. Если границы большинства биологических группировок очерчены более или менее правильно, о ранге их систематики еще ведут споры. Одна и та же группа может считаться *семейством* или *отрядом*, *классом* или *типом*. Хороший пример — ранг нашего вида, человек разумный. Раньше его считали падшим ангелом. В середине прошлого века Гексли выделил его в отдельное царство Психозоа (*животные с душой*), потом нас «разжаловали» до *отряда*, *семейства*, а теперь объединяют в один род с шимпанзе и гориллой, как это делал Линней. Пусть вас не удивляют несоответствия принятой в этой книге *системы* с теми, которые есть в других учебниках.

Усвоив эти нехитрые правила, перейдем непосредственно к изучению разнообразия форм живой природы. Оговорюсь, что в изучении прокариот и вирусов линнеевская система в полной мере не применяется. В его времена о мире микроорганизмов почти ничего не знали. Поэтому *формы* вирусов и бактерий в системе часто обозначают не звучными латинскими словами, а сочетаниями букв и цифр.

Царство вирусов

В 1892 г. Д. И. Ивановский обратил внимание на широко распространенную болезнь табака, при которой листья покрываются россыпью пятен (мозаичная болезнь). Он выжал из этих листьев сок и профильтровал его через пористый фильтр из обожженной глины. Через такое препятствие бактерии не проходят. Однако профильтрованный сок не утратил заразных свойств, и Д. И. Ивановский назвал болезнетворное начало «фильтрующим вирусом». Через 7 лет другой известный микробиолог М. Бейеринк ввел этот термин в научный обиход. А вирус табачной мозаики (сокращенно ВТМ) сейчас один из самых изученных.

Теперь вирусы (их описано более 500 видов) объединяют в отдельное царство *Virga*.

Как устроены вирусы. Вирусы — неклеточные, они состоят из генетического аппарата, так сказать, в чистом виде плюс защитная оболочка. У сложных вирусов к этому прибавляются разнообразные устройства для проникновения в хозяйскую клетку.

Генетический аппарат вирусов состоит только из одной нуклеиновой

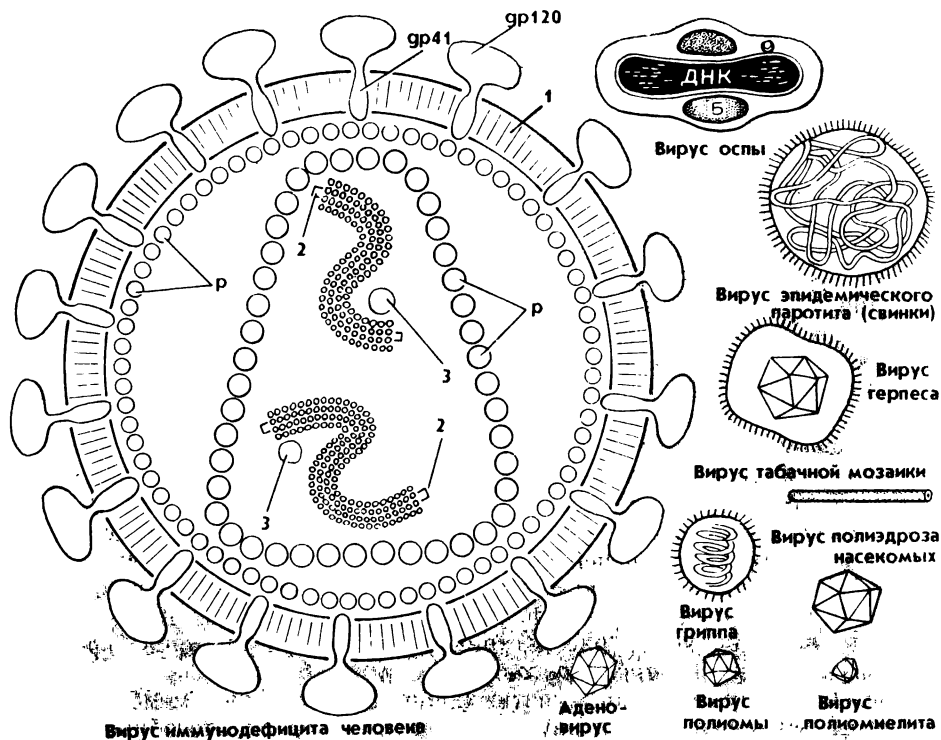


Рис. 10. Схематическое изображение вирусов:

O — оболочка вируса оспы; *Б* — белковые включения. Слева — схема вириона вируса СПИДа; *P* — специфические белки вируса, *gP* гликопротеиды вируса; *1* — мембрана, «украденная» у клетки хозяина; *2* — молекулы РНК в белковой оболочке; *3* — молекулы белка, трансформирующего РНК в ДНК

кислоты — или РНК, или ДНК. Попадая в хозяйскую клетку, нуклеиновая кислота вируса включается в ее работу, заставляя хозяина синтезировать себя и присущие вирусу белки, например белки оболочки. В конце концов это приводит к гибели клетки; высвободившиеся при этом зрелые вирусные частицы заражают другие клетки. Однако иногда вирус не подавляет клетку хозяина бурным размножением, а более или менее мирно существует в ней. Часто генетический аппарат вируса встраивается в генетический аппарат хозяина и далее размножается с хозяйской клеткой, будучи ее частью. Обычно это особенность ДНК-содержащих вирусов. Но и РНК-содержащие, так называемые *ретровирусы*, могут перейти в ДНК-овую форму и включиться в генетический аппарат хозяина. Ретровирусы сейчас усиленно изучаются: ведь к ним относятся и опухолеродные вирусы, стимулирующие злокачественное размножение клеток (рак), и получивший печальную известность вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), вызывающий СПИД (рис. 10).

Разрушив клетку хозяина, вирус выходит во внешнюю среду. Его генетический аппарат оказывается тогда защищенным оболочкой из молекул белка — *капсидом*. Все вместе — нуклеиновая кислота вируса и капсид — называется вирусной частицей — *вирионом*. Вирионы разной формы, но наиболее распространены палочковидные и в виде 20-гранника, сложенного 20 равносторонними треугольниками (икосаэдра).

Недавно открыты вирионы — крошечные рибонуклеиновые кислоты, не имеющие оболочки. Это паразиты клеток разнообразных растений, от картофеля до кокосовой пальмы.

Некоторые вирусы образуют вокруг капсида вторую защитную оболочку из мембраны хозяйской клетки. Обычно она изменена специфическими для вируса белками. Таков, например, вирус СПИДа, палочковидный вирус бешенства или же вирус гриппа. Размеры вирионов колеблются от 20 до 100 нм (миллиардных долей метра), реже встречаются настоящие «гиганты», вроде вируса оспы (300 нм). Вирусы настолько малы, что их можно увидеть только в электронный микроскоп.

Как вирус проникает в клетку. Вирусы растений, клетки которых кроме мембраны защищены прочной оболочкой из клетчатки, могут проникнуть в них лишь в местах механических повреждений. Разносчиками этих вирусов могут быть членистоногие — насекомые вроде тлей и клещи с сосущим ротовым аппаратом. Они переносят вирионы на своих хоботках. И у человека переносчиками вирусных болезней могут быть москиты (желтая лихорадка), комары (японский энцефалит) или клещи (таежный энцефалит). Раньше всех вирусов, распространяющихся при помощи кровососов, объединяли в группу *арбовирусов*. Эта группа сборная.

Безоболочечные клетки животных, защищенные одной мембраной, более уязвимы для вирусов в первую очередь из-за своей способности к фаго- и пиноцитозу. Захватывая питательные вещества, они часто «проглатывают» и вирионы. Если клетки соединены друг с другом, как клетки нервной системы, вирус может путешествовать по этим контактам, заражая одну клетку за другой. Обычно это медленный процесс (так происходит заражение, например, после укуса бешеного животного).

Наконец, у многих вирусов развиваются специальные приспособления для проникновения в клетку. Клетки, выстилающие дыхательные пути, покрыты защитным слоем слизи. Но вирус гриппа разжижает слизь и проникает к мембране (потому-то первый симптом гриппа — часто насморк).

Вирус СПИДа заражает белые кровяные тельца нашей крови — *лейкоциты*, используя белки, которые торчат из поверхности его оболочки, «украденной» у хозяйской клетки (рис. 11).

Наконец, крупные, так называемые Т-четные фаги, паразитирующие в бактериях, превратились в самые настоящие «живые шприцы» одно-разового действия; они разьедают дырку в бактериальной оболочке и, сокращаясь, впрыскивают свою нуклеиновую кислоту в клетку хозяина. Пустая оболочка вириона потом отбрасывается за ненадобностью.

Вред и польза вирусов. Многие вирусы — причина опасных болезней человека. Кроме СПИДа и *онкогенных*, вызывающих рак, к ним относятся вирусы оспы, кори, бешенства, полиомиелита, гриппа, острых респираторных заболеваний: ОРЗ, желтой лихорадки, герпеса (говорят: «на губах высы-

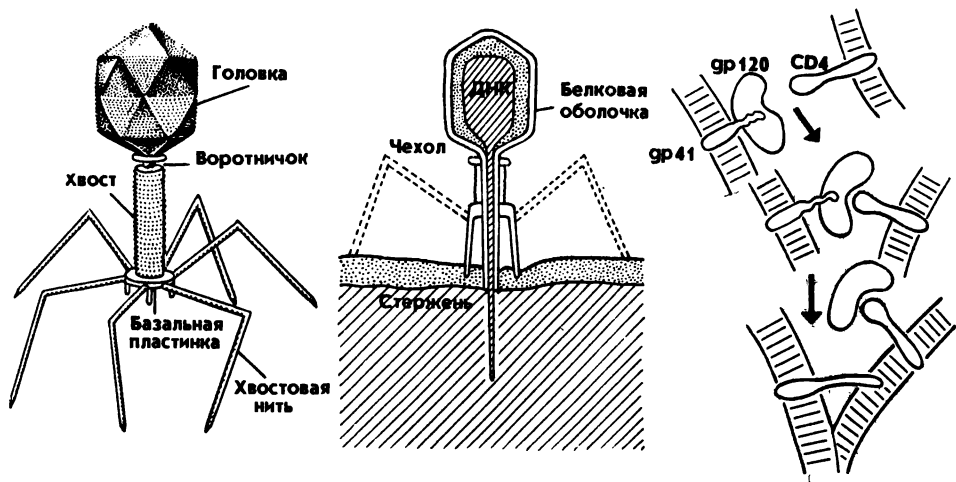


Рис. 11. Как вирусы проникают в клетку.

Слева и в центре бактериофаг кишечной палочки: при сокращении хвоста нить ДНК из головки впрыскивается в цитоплазму бактериальной клетки. Справа — заражение клетки человека вирусом СПИДа. Гликопротеид оболочки вируса *gp* 120 прилипает к специфическому белку CD 4; *gp* 41 протыкает мембрану хозяйской клетки, в результате белковая капсула РНК проходит в цитоплазму, а пустая оболочка вириона отбрасывается

пала лихорадка») и даже вирусы, вызывающие рост бородавок. Два последних вируса небезобидны: они тоже могут стимулировать рост раковых опухолей. Широко распространены вирусы, вызывающие болезни животных: бешенство, ящур, собачью чумку.

Из вирусов прокариот хорошо известны бактериофаги, или просто *фаги* (пожиратели бактерий).

Вирусы растений (фитовирусы), вернее, вызываемые ими болезни, порой уносят до половины всего урожая. Растения при этом часто не гибнут, но плодovitость их резко снижается.

Самый эффективный метод борьбы с фитовирусами — получение безвирусных растений. Верхушки молодых побегов часто свободны от вирусов, они заражаются уже потом. У растения осторожно срезают верхушку побега и выращивают ее в пробирке в питательной среде, а когда сформируются корни и листья, пересаживают в грунт. Такое растение становится родоначальником безвирусного сорта.

Борьба с арбовирусами — это борьба с их переносчиками. Так, вирус махровоцветности смородины переносится смородиновым клещом. Уничтожьте клеща, срежьте и сожгите уже зараженные побеги, и вы получите хороший урожай ягод.

С вирусными болезнями человек боролся, еще не подозревая о существовании этих паразитов. На Востоке с незапамятных времен практиковали прививку от оспы, но она была небезопасна. Лишь в XVIII в. Э. Дженнер

установил, что человек, переболевший безобидной коровьей оспой, не заражается оспой черной, или азиатской. Теперь поголовные прививки привели к тому, что оспа на Земле исчезла. Другая великая победа медицины — открытие Л. Пастером прививки от бешенства. Хорошо научились также предупреждать полиомиелит. Эта болезнь сейчас практически побеждена вакциной, созданной отечественными медиками.

Однако далеко не все болезни, вызываемые вирусами, научились успешно предупреждать и лечить. Таковы вирусы разных форм гриппа и вирус СПИДа (синдром приобретенного иммунодефицита). Против них еще нет вакцин и лекарств. Но между ними огромное различие. Гриппом очень легко заразиться, находясь около кашляющего и чихающего больного, но смертность от гриппа очень мала. СПИД передается половым путем, а также через грязный шприц и при переливании крови. С больным СПИДом можно есть за одним столом, жить в одной квартире — он фактически не заразен, но иметь детей и быть донором он не имеет права.

Лечить иммунодефицит мы еще не научились, и, как правило, это страшное заболевание через несколько лет приводит к смерти. И совсем нерешенная проблема — раковые заболевания. Научиться успешно бороться с вирусами, вызывающими злокачественные опухоли, предстоит врачам будущего.

Какая польза может быть от вирусов? Ведь это враги всего живого. Польза может быть, если вирус — враг врага. Так решили австралийские микробиологи, пытаясь найти средство для борьбы с кроликами. В Австралии кролики одичали и, размножившись в огромном количестве, опустошали овечьи пастбища. Был найден вирус, убивавший кроликов почти на 100% (вирус кроличьего миксоматоза). «Почти на 100%» — значит, какая-то ничтожная доля кроликов оказалась устойчивой к миксоматозу. Изменился и сам вирус, потому что паразиту невыгодно убивать хозяина, ведь после его смерти погибает и он сам. В результате устойчивые кролики, зараженные слабыми вирусами, снова заполонили Австралийский континент.

Некоторых вирусов, вызывающих болезни насекомых, используют для борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства. Однако следует признать, что вред, приносимый этими простейшими формами жизни, во много раз превышает их пользу.

Происхождение вирусов. Раньше считали, что вирусы — сверхупрощенные организмы, потерявшие клеточное строение. Такой путь происхождения очень вероятен для вымершего на Земле в результате двухсотлетней работы врачей возбудителя черной оспы и других крупных вирусов. Другие, скорее всего, происходят от элементов генетической программы клеток-хозяев, которые «одичали», т. е. приобрели самостоятельность — защитные оболочки и механизмы для проникновения в клетку. Возможно, так произошли ретровирусы, в первую очередь возбудитель СПИДа.

Надцарство прокариот

А теперь перейдем к простейшим одноклеточным микроорганизмам, которых называют *доядерными* — *прокариотами*, в обиходе — микробами или бактериями. Это уже *настоящие клетки*.

Строение прокариот. Прокариоты значительно крупнее вирусов (в среднем 0,5—5 мкм), впрочем, самые мелкие из них могут быть мельче вируса оспы. Самые крупные бактерии можно увидеть невооруженным глазом в виде точек и палочек, но это исключения. Обычно прокариотные клетки рассматривают под оптическим микроскопом. Впервые бактерии заметил в конце XVII в. голландский натуралист А. ван Левенгук в простейший микроскоп — лупу из одной крошечной каплевидной линзы.

Прокариотная клетка обычно покрыта оболочкой (клеточной стенкой), как клетка растения. Но состоит эта упругая, как автомобильная шина, оболочка не из целлюлозы, а из близкого к ней вещества *мурина* (от лат. «мура» — стенка). Некоторые бактерии (те же микоплазмы) потеряли оболочку вторично.

Многие бактерии имеют жгутики. Вращаясь со скоростью 3000 об/мин, они тянут за собой клетку. Скорость движения может быть велика, например вибрион холеры может смещаться на 3 тыс. длин своего тела в одну минуту. Жгутиков может быть до нескольких десятков. Другие микроорганизмы могут двигаться, изменяя форму клетки, например змеевидно ползая по твердой поверхности.

Основные формы клеток прокариот показаны на рисунке 12. Они довольно просты: шарики (кокки), иногда объединенные по два (двойные кокки, диплококки), образующие цепочки (стрептококки, например возбудитель ангины) или склеенные в некое подобие виноградной грозди (стафилококки, от греч. «стафилус» — виноград), склеенные по четыре (сарцины), палочки (бациллы), искривленные палочки (вибрионы) и штопорообразные (спириллы). Куда реже встречаются ветвящиеся формы клеток.

Простота формы делает невозможным точное определение прокариот по внешнему виду. Наоборот, физиология их настолько разнообразна, что микробиологи в описании нового вида или разновидности обязательно указывают, в чем нуждается микроорганизм и какие продукты производит, т. е. основные характеристики обмена с окружающей средой.



Рис. 12. Форма клеток бактерий

Размножение прокариот. Размножаются прокариоты чаще всего простыми делениями клетки. Реже встречается почкование, когда отшнуровывающаяся молодая клетка много мельче материнской. Разделившиеся клетки часто остаются вместе, образуя нити, а иногда и более сложные структуры. В благоприятных условиях прокариоты растут очень быстро, по геометрической прогрессии. Например, обычная бактерия кишечная палочка, проживающая в наших кишечниках, за 20 мин удваивает численность, за 40 — учетверяет, и скоро численность достигает многих миллионов клеток на миллилитр. Рост бактерий в ограниченном объеме показан на рисунке 13. На нем видно, что, захватив все ресурсы, популяция бактерий останавливает рост. Далее численность их может снижаться из-за отравления продуктами своего же обмена. В проточной среде скорость роста постоянна и зависит от температуры и количества пищи. Поэтому в профильтрованной через почву ключевой воде бактерий нет — они не успевают размножиться до того, как их выносит за пределы источника.

В неблагоприятных условиях некоторые бактерии образуют *споры* — покоящиеся стадии, покрытые прочной оболочкой. В виде спор они выносят высокую, порой выше 100° С температуру и остаются жизнеспособными многие годы (споры сибирской язвы в почве — десятки лет). Наоборот, растущие, делящиеся клетки большинства прокариот погибают уже при 80° С. Есть, однако, и любители высокой температуры — *термофилы*, живущие в горячих источниках.

Микробиологи часто выращивают бактерии на поверхности твердой среды — мясном отваре с желатином или агаром (тем самым веществом, из которого делают мармелад). Клетка, попавшая на поверхность этого питательного студня, начинает делиться и образует колонию (пятно определенной формы и цвета), в которой все клетки — потомки одной, первоначальной. Это очень распространенный прием получения чистой линии микробов.

Образ жизни прокариот. Хотя микроорганизмы незаметны в природе, они распространены в огромных количествах везде, особенно в почве. Фактически весь облик Земли создан ими. Питаться они могут практически всем, исключая созданные человеком пластмассы, стиральные порошки и яды вроде ДДТ. Все прочее может усваиваться всевозможными бактериями.

Известно, что зеленые растения могут расти и размножаться, создавая органические вещества из минеральных солей, воды и углекислого газа, используя при этом энергию солнечных лучей. Животные не способны делать это и питаются органическим веществом, созданным растениями или другими животными. Энергию, необходимую для синтеза своей органики, они получают через окисление пищи кислородом воздуха. Поэтому растения называют *автотрофами* (самопитающимися), а животных — *гетеротрофами* (разнопитающимися).

К микроорганизмам такое деление не подходит — слишком разнообразны их типы питания. Их характеризуют по природе источников трех необходимых компонент жизни: энергии, углерода и водорода. Водород, строго говоря, нужен не сам по себе, а как источник электронов: $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2e^-$, поэтому он может быть заменен другими соединениями и элементами, легко отдающими электроны.

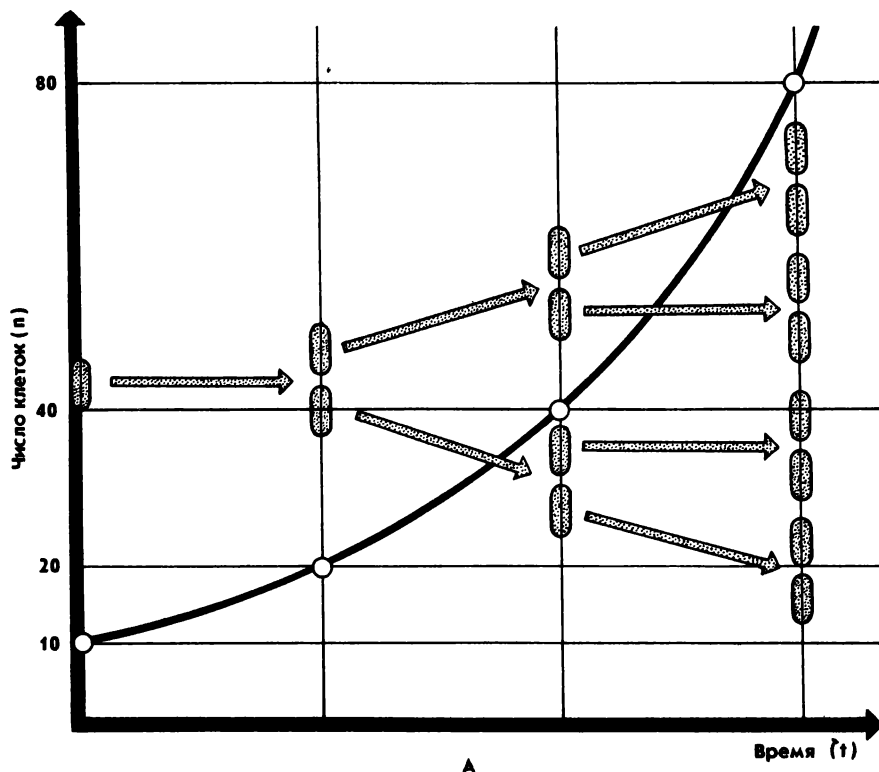
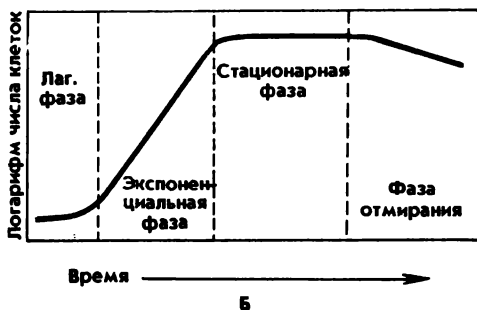


Рис. 13. Рост бактериальной культуры:
вверху — в геометрической прогрессии растет численность бактерий в свежей среде; *внизу* — кривая роста в ограниченном пространстве (в лаг-фазе клетки готовятся к делению)



По источнику энергии различают две категории организмов: *фототрофы* (использующие солнечный свет) и *хемотрофы* (использующие энергию химических связей в питательных веществах). По источнику углерода выделяют *автотрофы* (CO_2) и *гетеротрофы* (органическое вещество). Наконец, по источнику водорода (электронов) различают *органотрофы* (потребляющие органику) и *литотрофы* (потребляющие не обязательно камни (по-греч. «литос» — камень), а производные литосферы — каменной оболочки Земли; это могут быть и сам H_2 , и NH_3 , H_2S , S , CO , Fe^{2+} и т.д.

По такой классификации зеленые растения — *фотолитотрофы* (светокамнееды), животные — *хемоорганотрофы* (органоеды). В мире прокариот встречаются самые удивительные сочетания.

У прокариот есть еще одно замечательное свойство, которого лишены все высшие организмы. Хотя азот (N_2) по-гречески означает «безжизненный», он необходим для жизни, потому что входит в состав основных ее составляющих — белков и нуклеиновых кислот. Но усваивать атмосферный азот ни растения, ни животные не в состоянии. Это могут делать только некоторые прокариоты, сначала восстанавливая его до аммиака (NH_3), а затем превращая в нитриты (NO_2^-) и нитраты (NO_3^-). До развития химической промышленности все мы жили за счет бактерий. Этот процесс идет в бескислородной среде, поэтому связывающие азот микроорганизмы выработали специальные устройства для защиты его от кислорода.

Рассмотрим теперь некоторые группы прокариот, самые интересные и важные в практическом отношении.

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ПРОКАРИОТ

Бактерии-фототрофы. Многие бактерии используют свет как источник энергии. Все они окрашены в красный, оранжевый, зеленый или сине-зеленый цвет: ведь для того чтобы свет произвел работу, он должен быть поглощен каким-либо красителем — пигментом. У бактерий это разнообразные *хлорофиллы* и *каротиноиды*.

Пурпурные серные бактерии получают водород (электроны) из сероводорода (H_2S), окисляя его до серы и сульфатов. Пурпурные несерные бактерии получают его из растворенных органических веществ. Зеленые бактерии также могут усваивать H_2S , молекулярный водород и органику. Большинство из них могут связывать молекулярный азот. Обитают они чаще всего в водоемах на поверхности ила, некоторые — в горячих источниках.

Особенность бактериального фотосинтеза в том, что при нем не выделяется свободный кислород (O_2). Такой фотосинтез называется *аноxygenным* (бескислородным).

Совсем по-другому используют энергию солнечного излучения цианобактерии (их неточно называли сине-зелеными водорослями). Они расщепляют воду и используют водород, а молекулярный кислород выделяется в атмосферу. Полагают, что именно цианобактерии со своим оксигенным фотосинтезом сделали атмосферу нашей планеты кислородной. Цианобактерии, устойчивые к бытовому и промышленному загрязнению, вызывают «цветение» и порчу воды в водоемах, озерах, водохранилищах. Могут они жить и на прибрежных камнях и скалах, в горах и пустынях (им достаточно росы), в горячих источниках. Но неприятности, порой причиняемые цианобактериями, можно «простить», и не только за то, что они когда-то сделали атмосферу Земли пригодной для нашего дыхания, выделяя свободный кислород. Эти микроорганизмы активно связывают атмосферный азот, обеспечивая урожай рисовых полей и продуктивность всех других водоемов.

Источником CO_2 для цианобактерий, как и многих других водных фотосинтетиков, может служить растворимый в воде бикарбонат кальция: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (такая реакция образует накипь на стенках чайников и паровых котлов, только там бикарбонат разрушается от нагревания и углекислый газ улетает зря). В результате CaCO_3 покрывает колонию бактерий известковой корочкой, и возникает сооружение вроде кораллового рифа. Такие «рифы» (их называют «ковровыми камнями» — *строматолитами*) порой образуют целые горы. Возраст древнейших из них 3 млрд. лет. В них иногда находят отпечатки нитей цианобактерий.

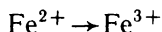
У этих микроорганизмов синтез NH_3 из N_2 идет в особых клетках — гетероцистах, с толстой оболочкой, защищающей реакцию от кислорода. Оказалось, что древнейшие гетероцисты имеют возраст 2,2 млрд. лет. Именно тогда концентрация O_2 в атмосфере повысилась до 0,1% и от него пришлось защищаться. Но до создания воздуха, пригодного для дыхания всего живого, оставались еще многие сотни миллионов лет.

Бактерии-хемоавтотрофы. Многие бактерии получают энергию, используя неорганические вещества: аммиак, нитриты, соединения серы, двухвалентное железо и ионы других металлов. Источником углерода для них является углекислый газ. Таких бактерий называют *хемоавтотрофами*, они не нуждаются в органике. К ним относятся бактерии, превращающие аммиак в нитриты, а нитриты — в нитраты (в старину селитру для пороха добывали, промывая водой компостные кучи). Другие бактерии получают энергию для своего роста, окисляя соединения серы:



Так как сера и сероводород часто встречаются в горячих вулканических источниках, эти бактерии там обычны. Некоторые из них могут жить в 1 н. растворе серной кислоты, причем горячей.

Металлурги древности, в том числе и на Руси, высоко ценили железные болотные руды, залегавшие в болотах. Из них на древесном угле получалось высококачественное, чистейшее железо. Эти руды создают бактерии, окисляя двухвалентное железо до трехвалентного:



Некоторые из железобактерий могут окислять и серу, перерабатывая в растворимые сульфаты сульфиды не только железа, но и других металлов. Сейчас такие бактерии помогают металлургам, выщелачивая из бедных руд медь, цинк, сурьму, никель, марганец, молибден и уран. Проще всего через толстый слой измельченной породы пропускать воду с бактериями и собирать вытекающую воду с сульфатами соответствующих металлов. Все другие способы здесь оказываются экономически невыгодными.

Бактерии-органотрофы. Теперь перейдем к бактериям, потребляющим органическое вещество. Еще в прошлом веке великий французский химик и микробиолог Л. Пастер понял, что без микроорганизмов гниения и брожения, превращающих органику в неорганические соединения NH_3 , H_2S , CO_2 , H_2O , жизнь на Земле стала бы невозможной. Именно они замыкают круговорот биогенных веществ на нашей планете, поставляя зеленым растениям-фототрофам необходимое «сырье». «Не по зубам» микроорганизмам только созданные человеком пластмассы, стиральные порошки и яды. Поэтому они накапливаются в окружающей нас среде и уже начинают угрожать существованию самого человечества.

Из микроорганизмов-органотрофов чаще всего люди применяют в

своей практике бактерии (а также грибы, о которых речь пойдет в следующей главе), использующие как источник энергии реакцию брожения. Эти процессы идут без участия кислорода. Микроорганизмы, не нуждающиеся в O_2 , называют *анаэробами*. Различают обязательных, *облигатных* анаэробов, для которых свободный кислород является смертельным ядом, и необязательных, *факультативных*, которые легко переходят от брожения к кислородному дыханию.

Бактерии молочнокислого брожения получают энергию, превращая углеводы (в первую очередь молочный сахар — лактозу) в молочную кислоту. Эта реакция идет и в мышцах при очень напряженной работе, когда кровь не успевает доставлять кислород. Но в наших организмах она не может идти долго — образующаяся при этом молочная кислота, которую физиологи выразительно называют «токсином усталости», утомляет мышцу. Молочнокислые бактерии превращают молоко в простоквашу, кефир и кумыс. Они же образуют кислое тесто, разные сорта сыра, квашеные капусту и огурцы, силос. В трех последних случаях молочная кислота служит консервирующим средством, не позволяя развиваться другим бактериям.

Другие бактерии при брожении выделяют иные органические кислоты: пропионовую, муравьиную, масляную, уксусную, янтарную, а также другие соединения. Некоторые из них для этой цели используются в химической промышленности.

Перейдем к проکاریотам, которые приспособились к жизни на покровах и в кишечниках животных. Среди них есть и полезные для своих хозяев. Коровы, овцы, вообще все жвачные животные содержат в своих сложных желудках огромное количество бактерий, расщепляющих клетчатку (целлюлозу). Строго говоря, корова питается не сеном, а теми бактериями, которых она выращивает на съеденном сене. Об этом у нас речь пойдет в главе 20. Другие кишечные бактерии поставляют хозяевам витамины. Есть среди них и просто нахлебники, не приносящие прямой пользы, но для хозяина не безразличные. Человек не исключение: на нашей коже обитает немало бактерий, потребляющих органические вещества пота (собственно, запаха пота — это запах бактериальных продуктов обмена). Мы периодически смываем их, но если эти бактерии исчезнут все, например при злоупотреблении антибиотиками, освободившееся место займут дрожжеподобные грибы, которые могут вызывать кожные болезни.

Но несравненно больше бактерий в содержимом наших кишечника. Кал человека на 30% по массе состоит из бактерий. В основном это строгие, облигатные анаэробы из рода *Bacteroides*. Гораздо меньше факультативных анаэробов, которые могут размножаться и в кислородной атмосфере. Из них наиболее известна кишечная палочка (*Escherichia coli*). Ее легко узнать, высевая пробы воды, земли и другие пробы на специальные среды. Количество ее, например, в воде свидетельствует о степени загрязненности. Воду можно пить некипяченой, если в ее 100 мл нет ни одной клетки кишечной палочки. Кишечную палочку легко выращивать в лаборатории. Это самая изученная бактерия, потому что многие десятки лет служит любимым объектом молекулярных биологов и генных инженеров.

Бактерии-паразиты. От сравнительно безвредных и в чем-то даже полезных «нахлебников» высших организмов перейдем к бактериям-паразитам, вызывающим болезни. Широко распространена опасная болезнь дизентерия. Дизентерийная палочка, размножаясь в кишечнике, вызывает его опасное расстройство («кровавый понос»). Близкими возбудителями вызываются *сальмонеллез* (возбудитель — сальмонелла) и *брюшной тиф*. Все они выразительно называются «болезнями грязных рук», но заразиться ими можно и через мух, загрязненную пищу и воду. Еще более опасна *холера*, ее вызывает один из видов вибрионов — факультативный анаэроб, распространяющийся со сточными водами. Клетки его выделяют опасный яд — токсин, от которого разрушаются клетки слизистой оболочки кишечника, организм теряет много воды, и от обезвоживания может наступить смерть.

Многие бактерии поражают дыхательные пути, вследствие чего человек заболевает ангиной. Похожа на нее по симптомам, но несравненно более опасна *дифтерия* (или дифтерит), вызываемая палочкой своеобразной булавовидной формы. Она поражает полость зева и миндалины. Опасна дифтерийная палочка не сама по себе, а лишь те ее разновидности, которые содержат «прирученный» вирус-«нахлебник». Этот вирус вырабатывает токсин, блокирующий синтез белка в клетках эукариот, в том числе в сердечной мышце, нервах и почках. Особенно опасна дифтерия для детей. Широко распространены также разные формы *пневмонии* (воспаления легких), вызываемой пневмококками.

Еще в начале века само слово «туберкулез» вселяло ужас, как сейчас СПИД. В то время эта болезнь, поражающая обычно легкие («чахотка»), была неизлечимой. Но она может поражать и другие органы (костный туберкулез). Вызывается она так называемой палочкой Коха, по имени описавшего ее Р. Коха, великого немецкого микробиолога. Относится палочка Коха к микобактериям. К ней близок возбудитель *проказы* — тяжелейшей и трудноизлечимой болезни. Другие микобактерии обитают в почве, некоторые из них могут усваивать такие вещества, как нефть, парафин, нафталин. Сейчас туберкулез излечим, но по-прежнему считается серьезной болезнью.

С незапамятных времен бичом человечества была *чума*, от которой в средние века вымирали целые города. Эта болезнь вызывается чумной палочкой. Собственно, чума — болезнь грызунов: крыс, песчанок, сусликов, сурков. От них к человеку она переносится блохами. Даже сейчас, несмотря на прививки и лекарства, чума лечится трудно. Легче предупредить ее вспышки, наблюдая за местами массового размножения грызунов в природе. Чумные очаги известны в горах, степях и пустынях Азии.

Штопоровидно закрученные микроорганизмы — спирохеты — также могут быть возбудителями опасных болезней: *возвратного тифа*, *инфекционной желтухи* и передающегося половым путем *сифилиса*.

Особняком стоят микроорганизмы — облигатные, строгие анаэробы из рода *Clostridium*. К ним относятся возбудители опаснейших болезней: *газовой гангрены*, *столбняка* и *ботулизма*. Первыми двумя люди заболевают, когда в раны попадает земля. В таких случаях необходимо сразу, не откладывая, делать прививку. Бактерия ботулизма развивается

в мясных и рыбных продуктах и бобовых консервах, богатых белком. Она выделяет смертельный токсин — ботулин, вызывающий паралич дыхания. Раньше его называли колбасным ядом. Поэтому все подозрительные пищевые продукты лучше есть проваренными или поджаренными (ботулин при 100° С распадается за 15 мин).

Борьба с бактериями. Самые специализированные паразитические бактерии — это облигатные внутриклеточные. Они не размножаются на искусственных средах вроде мясного агара и в этом сходны с вирусами. В лабораториях их размножают в культурах живых клеток и развивающихся в термостатах куриных яйцах. Это уже упоминавшиеся риккетсии — возбудители сыпного тифа, передающегося вшами, хламидии — возбудители опасной болезни глаз трахомы, а также возбудители пситтакоза и орнитоза — болезней птиц, передающихся через них человеку (как чума — болезнь грызунов)

Мы рассмотрели едва ли сотую долю болезнетворных бактерий, вызывающих болезни лишь у человека. А ведь от бактерий страдают и животные, и растения.

До второй половины прошлого века медицина практически не могла лечить болезни, вызываемые бактериями. Сейчас медики с большинством из них успешно справляются. Как и в случае с вирусными заболеваниями, проще и эффективнее уберечь себя от болезни, чем вылечить ее. А это означает — очень строго соблюдать все правила гигиены.

В медицине разработаны два основных пути лечения и предупреждения болезней. Первый из них — прививки, вакцины, подобные тем, которые применяются для борьбы с вирусами. Первую вакцину от бактерий опаснейшей болезни домашних животных и человека — сибирской язвы предложил еще в прошлом веке Л. Пастер. Сейчас они широко вошли в наш быт. Например, каждому ребенку сразу после рождения делают прививку от туберкулеза. Прививка активизирует защитные силы организма (этот вопрос подробно рассмотрен в главе 18).

Второе великое достижение медицины — *антибиотики*, первые из которых появились во время второй мировой войны и сразу после нее. Дело в том, что многие микроорганизмы — и бактерии, и низшие грибки — ведут друг с другом настоящую «химическую войну», выделяя в окружающую среду вещества, для них самих безвредные, но убивающие или тормозящие рост конкурентов за пищевые ресурсы. Люди научились находить такие микроорганизмы, выращивать их на искусственных средах и выделять из них антибиотики.

Об антибиотиках, выделяемых грибами, мы поговорим в следующей главе. Прокариоты также могут быть использованы в медицине. Особенно популярны среди бактериологов некоторые почвенные бактерии: актиномицеты и стрептомицеты. Из них было получено много антибиотиков, в том числе такие известные, как стрептомицин, тетрациклин, актиномицин, грамицидин и многие другие.

Антибиотики произвели в лечении болезней, вызываемых бактериями, настоящую революцию. К сожалению, далеко не все люди их могут переносить. Кроме того, если лечение проводится слишком малыми дозами, в организме больного идет отбор устойчивых к этому антибиотику бактерий

и в результате получается неуязвимая разновидность — *штамм* возбудителя болезни. Например, стрептомицин раньше прекрасно действовал против всех штаммов стрептококка, вызывающего ангину, до тех пор, пока в Японии не возникла устойчивая разновидность. Изучая этот вопрос, микробиологи получили штаммы, для нормального роста которых стрептомицин необходим!

Недаром говорят, что лучший способ сохранить антибиотик действенным — это его совсем не применять. Всего известно более 2 тыс. веществ с антимикробным действием, но широко применяется не более 50, хотя врачи обновляют и пополняют свой арсенал.

Архебактерии. За последние два десятилетия микробиологи незаметно сделали величайшее открытие. Раньше мы знали два надцарства живых организмов — прокариот доядерных и эукариот с оформленным ядром. Теперь к нему прибавилось третье — *архебактерии*. Не все микробиологи свыклись с этим, и причина понятна, — представителей его они давно уже знали, но считали обычными прокариотами.

Например, давно уже хорошо известны метанообразующие бактерии — *метаногены*. Они живут в бескислородных почвах тундр и северных болот, в иле водоемов, в желудках жвачных. Усваивая образующийся при брожении водород и углекислый газ, они синтезируют метан CH_4 (его раньше называли болотным газом). Это строгие, облигатные анаэробы. Внешне они ничем не отличаются от обычных бактерий, среди них есть и шарики — кокки, и палочки, четверки шариков — сарцины и нити. В последнее время их приспособили для получения биогаза, они превращают отходы животноводства в безопасное удобрение и бытовой газ — метан.

Другие архебактерии называются *термоацидофилами* (любителями тепла и кислоты). Многие из них живут в горячих (до 100°C) вулканических источниках и превращают серу в довольно крепкую серную кислоту, другие, наоборот, восстанавливают серу до сероводорода. Есть среди архебактерий и фототрофы, так называемые *галобактерии*, обитающие в озерах, где на дно выпадает поваренная соль. Такие водоемы выглядят ярко-красными, цвета пурпура: ведь фотосинтезирующий пигмент у галобактерий не хлорофилл, а другое вещество — *родопсин*, близкий к тому веществу, которое служит светоприемником в наших глазах.

Почему же таких разнородных существ надо объединять в отдельную группу, да еще отделять от прокариот? С прокариотами их можно сближать по отсутствию оформленного ядра и ряду деталей биохимических механизмов. Но столько же, если не больше, особенностей строения генетического аппарата и других деталей сближает их с эукариотами. Одна особенность наиболее любопытна: мы уже говорили о дифтерийном токсине, останавливающем синтез белка. Этот токсин действует на всех эукариот (можно сказать, что все организмы с оформленным ядром «болеют» дифтерией). На архебактерии он тоже действует, а на прокариот нет.

Есть у архебактерий признаки, присущие только им, причем очень важные. Например, клеточная стенка у них состоит не из обычного для бактерий муреина. Еще более удивительна мембрана их клеток. Для всего органического мира — и прокариот, и эукариот — в основе клеточных мембран лежат жиры (липиды) — эфиры глицерина и жирных кислот. У архебактерий скелет мембраны складывается эфирами глицерина и изопреноидных углеводов, тех самых, из которых делают один из видов искусственного каучука. Короче, ни к надцарству прокариот, ни к надцарству эукариот их отнести без натяжки нельзя.

Теперь перейдем к рассмотрению *эукариот* — организмов с оформленным ядром, той обширной группы, к которой принадлежим и мы сами.

ГЛАВА 3. ИСТИННОЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ — ЭУКАРИОТЫ

Отличие эукариот от прокариот. Царство грибов: организмы, растущие в одном измерении

Отличие эукариот от прокариот

Эукариоты — основная ветвь развития живой природы. Эта огромная группа организмов (надцарство) очень рано, сразу после возникновения жизни, отделилась как от второй мощной ветви — прокариот, так и от тонкой, но не погибающей веточки — архебактерий.

Первая главная особенность эукариот, по которой они и получили название, — наличие настоящего **ядра**: генетический аппарат эукариотной клетки защищен оболочкой, схожей с мембраной самой клетки (рис. 14). Связь ядра и цитоплазмы осуществляется через особые отверстия — поры. (По-латински ядро — «нуклеус», по-гречески — «карион». От этих слов происходят многие биологические термины, например: нуклеиновые кислоты, кариология и т. д.)

Ядро — не единственный признак, отличающий эукариотную клетку от прокариотной. Не менее важен второй признак: превращения, которые претерпевает генетический аппарат эукариот в течение жизни.

Как правило, эукариотные организмы проходят в развитии две стадии. Их называют *гаплофазой* и *диплофазой*. В гаплофазе генетический аппарат клетки одинарный, гаплоидный (от греч. «гаплос» — единичный, одинокий). При переходе в диплофазу две гаплоидные клетки сливаются и генетический аппарат становится *диплоидным* («двойным»). После нескольких делений в диплофазе клетка опять становится гаплоидной.

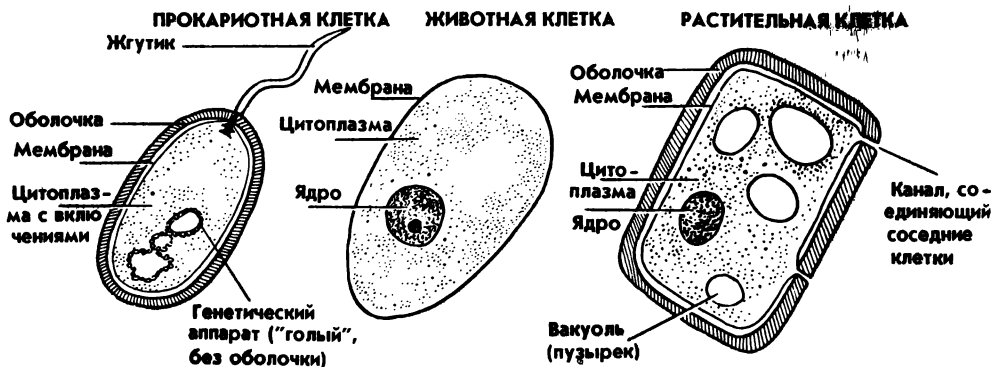


Рис. 14. Схема типичного строения клеток

Остановимся подробнее на вопросе: для чего возникла эта смена фаз? Во время совместного существования в диплофазе генетические аппараты обмениваются генами, вследствие чего новое поколение будет иметь измененную наследственность. Этот процесс — генератор разнообразия, позволяющий эукариотным клеткам выжить в изменяющемся мире. Он называется *половым процессом*. Чаше употребляют не совсем правильное выражение «половое размножение», так как он часто (но не всегда) по времени совпадает с размножением.

У примитивных организмов сливаются, образуя диплофазу, обычные клетки. Но уже на самых ранних стадиях развития жизни появляются специальные половые клетки — *гаметы*. Обычно ядра исходной клетки делятся несколько раз, вокруг каждого обособляется кусочек цитоплазмы, и она распадается на несколько одинаковых, как правило, снабженных жгутиками гамет, которые расплываются подальше друг от друга. При встрече гаметы сливаются, образуя диплоидную клетку — *зиготу* (рис. 15).

Тут возникает противоречие. Больше шансов выжить у крупной гаметы (макрогаметы) с большим запасом питательных веществ, которые она при-

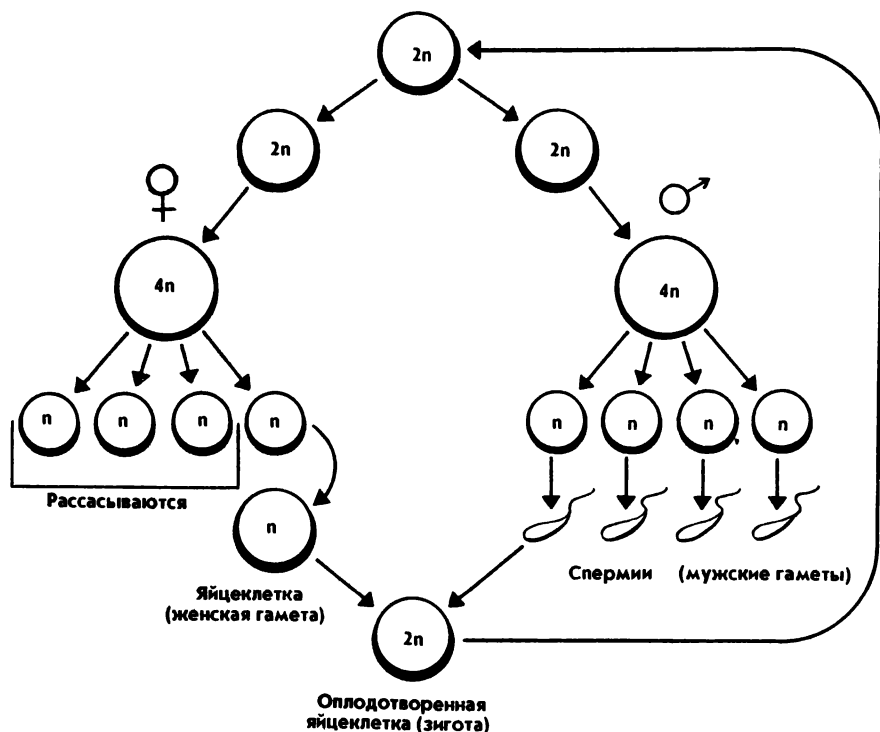


Рис. 15. Чередование гаплофазы (n) и диплофазы ($2n$) в цикле развития эукариот

несёт зиготе. А больше шансов расселиться у мелких, быстро плавающих гамет (микрогамет). Поэтому возникло «разделение труда». От одинаковых гамет — *изогамии* (стадии одинаковых половых клеток) эукариоты перешли к *анизогамии*, когда они различаются по величине и микрогаметы сливаются только с макрогаметами. Завершающая стадия — *оогамия*, когда макрогамета становится неподвижной, теряет жгутики. Здесь можно говорить о настоящих женских половых клетках — *яйцеклетках* и мужских половых клетках — *сперматозоидах* (*спермиях*).

Третье важнейшее отличие эукариотных клеток — включенные в их цитоплазму и сохранившие значительную самостоятельность окруженные мембраной *органеллы* (маленькие органы). У всех эукариот имеются *митохондрии*. Это «энергетические станции» клетки, в них идет синтез вещества, аккумулирующего энергию, — аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

У растений кроме митохондрий имеются еще и *пластиды*, в частности хлоропласты (от греч. «хлорос» — зеленый) — органы, в которых идет синтез органики за счет энергии солнечных лучей.

И митохондрии, и хлоропласты похожи на бактерий: первые на каких-то аэробных, дышащих кислородом, вторые — на сине-зеленых — цианобактерий (они утратили синий пигмент). Органеллы размножаются делением и имеют свой генетический аппарат, очень похожий на бактериальный. Поэтому сейчас распространено мнение, что это потомки прокариот, которые стали размножаться в цитоплазме других клеток, поставляя им энергию и органику как «плату за приют». Такие отношения называются *симбиозом*. Вообще в цитоплазме крупных эукариотных клеток часто попадают другие одноклеточные организмы, но обычно это нахлебники или даже опасные паразиты. Предки органелл, как бы заключив с хозяйскими клетками договор о сотрудничестве, выиграли сами и дали мощный толчок развитию эукариот.

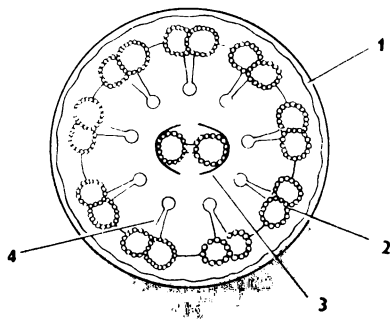
Четвертый признак, по которому отличаются эукариоты от прокариот, — строение клеточных жгутиков. Бактериальные жгутики имеют простое строение: это тонкие (15—20 нм) полые нити, сложенные молекулами белка — флагеллина; вращаются они с помощью «мотора» — *базального тельца* в мембране. Это тельце получает энергию из разности электрических потенциалов на поверхности мембраны.

Все эукариотные жгутики построены по типу 9+2, они покрыты мембраной, к которой прилегают 9 двойных сократимых микротрубочек плюс 2 одиночные микротрубочки в центре (рис. 16). Эукариотные жгутики — химические «машины», они используют энергию АТФ.

У всех эукариотных организмов, кроме низших, имеется стремление к многоклеточности, когда клетки образуют скопления, агрегаты, в которых выполняют разные обязанности, разные функции. И бактерии образуют колонии, но без «разделения труда», только у цианобактерий одни клетки в колонии дышат кислородом и синтезируют органику за счет фотосинтеза, а другие, защищенные оболочкой от кислорода, питаются этой органикой, а взамен поставляют фотосинтезирующим связанный азот (ион аммония NH_4^+).

Огромное надцарство эукариот делится на три основных царства: *грибов, растений и животных*. В старых книгах грибы обычно включали в

Рис. 16. Срез через жгутик эукариотной клетки:
 1 — мембрана; 2 — спаренная микротрубочка, образованная молекулами белка; 3 — две центральные микротрубочки, заключенные в капсулу; 4 — белковые спицы, придающие жгутику жесткость. (Девять периферических микротрубочек и две центральные образуют структуру $9 + 2$, общую для всего эукариотного мира, от примитивных одноклеточных до человека. Жгутики прокариотных организмов по устройству подобны микротрубочке.)



царство растений (считалось, что способность к фотосинтезу они потеряли вторично). Выделяли также отдельное царство простейших — одноклеточных эукариот. Однако это не царство, а, скорее, стадия. Известны одноклеточные грибы, животные и растения. Многоклеточность, кооперация клеток в крупные организмы, возникала неоднократно.

Некоторые простейшие не примкнули к большим царствам и продолжают развиваться самостоятельно. Строго говоря, эти ветви живой природы следовало бы выделить в отдельные царства, но тогда их будет чересчур много. Такие группы мы несколько условно рассмотрим в составе тех царств, к которым они ближе.

Царство грибов: организмы, растущие в одном измерении

Царство грибов входит в надцарство эукариот (по-гречески гриб называется «микес», по-латински — «фунгус»). Эти слова вошли составной частью в ряд терминов, например микосептин (антибиотик), фунгициды (средства для уничтожения паразитических грибов) и др. Наука о грибах называется *микологией*.

Грибом ошибочно называют плодовое тело. Это все равно что спутать яблоко с яблоней. Опята и шампиньоны, белые грибы и подосиновики, наконец, мухоморы и грибы-трутовики, которые козырьками торчат из стволов деревьев, — это не сами грибы, а их плодовые тела. Ближе к истине будут те, которые при слове «гриб» вспомнят белую или зеленую плесень на старом хлебе или сыре.

Общая характеристика грибов. Среди грибов есть одноклеточные организмы с округлыми клетками, например дрожжевые грибки, или попросту дрожжи. Но у большей части грибов клетки, стремясь увеличить поверхность за счет объема, вытягиваются в длинные ветвящиеся нити (гифы). Совокупность гиф называется *мицелием (грибницей)*. Общая длина гиф,

например сыроежки, много сотен метров, средняя толщина гифы 5 мкм; они не видны, потому что пронизывают толщу субстрата, на котором гриб растет. Это грунт, богатый растительными остатками, мертвая или живая древесина, пищевые продукты и их отходы, реже ткани животных. Все грибы — С-гетеротрофы (хемоорганотрофы), все они получают энергию за счет окисления органики. Как правило, это мертвая органика, поэтому их называют еще *сапрофитами* (от греч. «сапрос» — гнилой), но среди них есть и паразиты, и даже своеобразные хищники, оплетающие своими гифами малоподвижных животных, обитающих в почве.

Грибы дышат кислородом, лишь дрожжевые грибки способны усваивать органические вещества посредством гликолиза. Дрожжи это и делают, расщепляя сахара (углеводы) в отсутствие кислорода на этиловый спирт и углекислый газ. Именно пузырьки углекислого газа вспенивают и поднимают бродящее тесто. Некоторые дрожжевые грибки усваивают и углеводороды: парафин, керосин, сырую нефть — но для этого им нужен кислород. Но большая часть грибов может усваивать и клетчатку растений (целлюлозу), и даже другой компонент древесины — лигнин, с которым не справляется большинство бактерий.

Грибы выделяют вещества, расщепляющие клетчатку до растворимых и легкоусвояемых углеводов. Оболочки самих грибных клеток построены не из клетчатки, а из похожего полимера, в состав которого входит азот. Он близок к хитину, из которого состоит оболочка покровов насекомых. Оболочки грибных клеток наши желудки не переваривают, поэтому, хотя грибы и вкусны, пищевая ценность их незначительна, они проходят кишечник транзитом. Только животные, питающиеся грибами (улитки, слизни, личинки грибного комарика), могут переваривать хитин и усваивать грибные клетки полностью.

У низших грибов мицелий, если он и образуется, состоит фактически из одной клетки, предельно вытянутой и разветвленной. У высших грибов гифы разделены перегородками на членики, каждый из которых соответствует одной клетке (членистый, или многоклеточный, мицелий). Однако перегородки между члениками имеют отверстия, так что все клетки соединены между собой. Плодовые тела (то, что в обиходе называют *грибами*) образуются из плотного сплетения гиф. Мицелий разрастается через удлинение и ветвление тех же гиф. Это свойство грибов дало основание говорить о них как об организмах, растущих в одном измерении.

Размножение грибов. Способы размножения грибов разнообразны. Все грибы, образующие мицелий, можно размножить его частями. Чтобы поселить в новом месте шампиньоны или белые грибы, достаточно перенести на него кусочек перегноя с грибами. Дрожжевые грибки чаще всего размножаются почкованием — делением клетки, как бактерии, только отделяющаяся клетка значительно меньше материнской и представляет собой ядро с небольшим количеством цитоплазмы. Лишь потом она дорастает до нормального размера.

У бактерий спора, покрытая особо прочной оболочкой, — средство для переживания неблагоприятных условий. Грибы образуют споры для размножения. Те из них, которые живут в воде или очень влажной почве, образуют подвижные споры — *зооспоры* с одним или двумя жгутиками.

Зооспоры (животные споры) названы так потому, что раньше способность к движению считалась характерной только для животного царства. Активно двигаясь, они расселяются и образуют новый мицелий.

Споры, образующиеся в воздушной среде, обычно возникают в особых одноклеточных образованиях — *спорангиях*. Они лишены жгутиков и разносятся ветром. В каждом спорангии образуются десятки тысяч спор, а из крупных плодовых тел их высыпается многие сотни миллионов.

Грибы — эукариоты, и для них свойственно также половое размножение. Они, как большинство истинноядерных организмов, образуют гаплоидные половые клетки — *гаметы*. У одних грибов гаметы не отличимы друг от друга (*изогамия*), у других различаются по величине (*гетерогамия*), некоторые образуют подвижные мужские и неподвижные крупные женские гаметы (*оогамия*). Но цикл развития у большинства грибов примитивен. Часто при слиянии гамет ядра не сливаются в одно, а работают совместно, но независимо. Такое образование из двух ядер называется *дикарионом* (двойное ядро). Диплофаза у грибов обычно короткая и ограничивается стадией зиготы. Большую часть жизни гриб проводит в гаплофазе, с одинарным генетическим аппаратом. Это также свойственно низшим формам.

Значение грибов. Хотя грибы ведут незаметную, скрытую жизнь, роль их в природе огромна. Как и бактерии, они превращают органику в доступные для растений вещества. Особенно велика их роль в разложении клетчатки и других остатков растений. Только там, где нет свободного кислорода, растительная органика может накапливаться (так возникает торф и каменный уголь). К сожалению, грибы, разрушая клетчатку, наносят большой урон деревянным постройкам, железнодорожным шпалам, во влажном климате хлопчатобумажным тканям. Единственно надежное средство сохранить деревянные изделия — пропитка древесины антисептиками, например раствором фтористых солей.

Грибы — не только могильщики растений, многие из них опасные их паразиты, причиняющие многомиллионные убытки. У животных грибов-паразитов не так уж много. Для человека и домашних животных особенно опасен стригущий лишай, поражающий корни волос и ногти. Многие микроскопические грибки поселяются на коже, питаясь отмершими клетками, их называют *микозами*. Кроме стригущего лишая, грибки вызывают у человека паршу и разнообразные дерматиты. В южных странах опасен для человека гистоплазмоз (мицелий его развивается на помете летучих мышей, поэтому им часто заражаются исследователи пещер). В крови больного споры развиваются в дрожжевидной, не образующей мицелия форме.

Гифы многих грибов могут оплетать корни растений и даже проникать внутрь, в ткани. Питаясь отмирающими растительными клетками, они снабжают корни нужными солями, витаминами, гормонами. Такая грибная оболочка называется *микоризой* (грибной шубой). Выгоду получают и гриб, и растение. Это — *симбиоз* (совместно выгодная жизнь). Поэтому многие грибы связаны с соответствующими растениями (подосиновики, подберезовики). Некоторые растения без микоризы жить вообще не могут. Таковы красивые южные цветы — орхидеи: их семена не приживаются, если в почве нет спор.

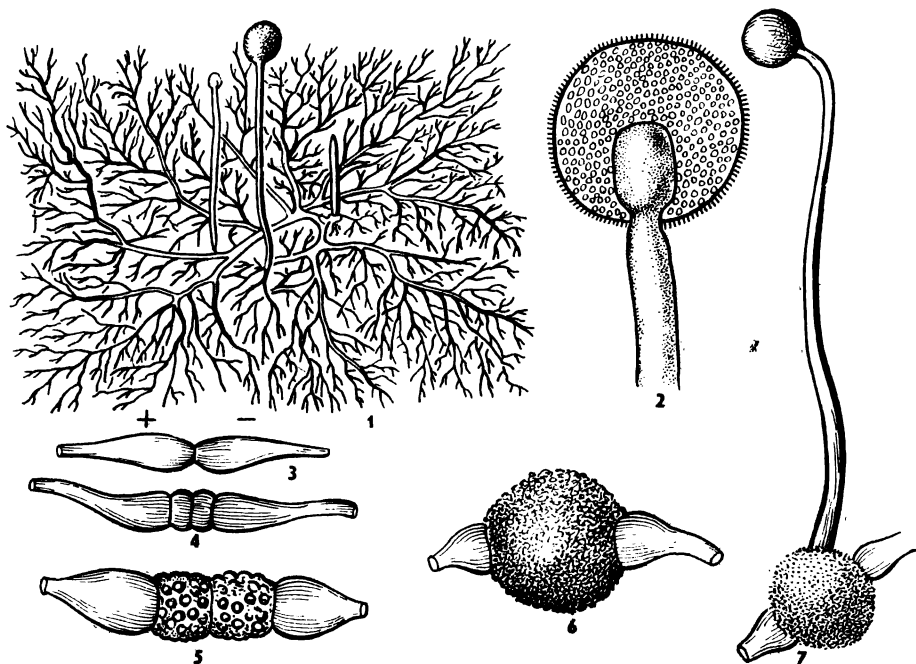


Рис. 17 Мукор:

1 — грибница (мицелий) со спорангиеносцами и спорангиями; 2 — разрез спорангия со спорами; 3—6 — процесс зигогамии (концы гиф разного знака образуют зиготу), 7 — зигота с проросшим зародышевым спорангием, в котором формируются споры с «+» и «-» ядрами

Прямую пользу грибы приносят человеку. Вкусны съедобные грибы. Некоторые из них разводят искусственно (шампиньоны, вешенки, иногда белые). Но несравненно более важны дрожжевые грибы, без которых было бы невозможно приготовление хлеба, кваса, вина, пива, гидролизного спирта (а значит, искусственного каучука). Дрожжевые грибы в последнее время используют для получения кормового белка: они превращают отходы лесной промышленности и даже нефть в так называемые кормовые дрожжи. Грибы могут превращать целлюлозу в виноградный сахар — глюкозу. Они же придают особый вкус деликатесным сортам сыра (рокфор и камамбер). Лимонную кислоту сейчас чаще получают не из лимонов, а из плесневого грибка аспергилла, растущего на отходах сахарной промышленности. Наконец, низшие грибы могут быть источниками ценных лекарств (гидрокортизона, витамина В₁₂). Впервые антибиотик пенициллин открыл А. Флеминг именно в зеленой плесени — грибах рода *Penicillium*. Теперь известны десятки антибиотиков грибного происхождения. Многие перспективы новой, бурно развивающейся отрасли промышленнос-

ти — биотехнологии связаны с культивированием в искусственных условиях дрожжевых и плесневых грибов.

Класс низших грибов

В эту группу (иногда ее разделяют на несколько классов) входит около тысячи видов с нечленистым, одноклеточным мицелием. Иногда гифы у низших грибов не образуются, а возникает *плазмодий* — разрастание цитоплазмы с многими ядрами. Диплоидное состояние только в зиготе, вся жизнь проходит в гаплофазе.

Всем известный представитель этой группы — мукор — образует белую плесень на конском навозе и пищевых продуктах. Он размножается спорами двух сортов («+» и «-» — «мужские» и «женские», рис. 17) Из них прорастают «+» и «-»-мицелии. При встрече гиф разного знака их концы сливаются и образуется зигота (стадия диплофазы). Из зиготы вырастает длинный спорангиеносец с бурым шаровидным спорангием на

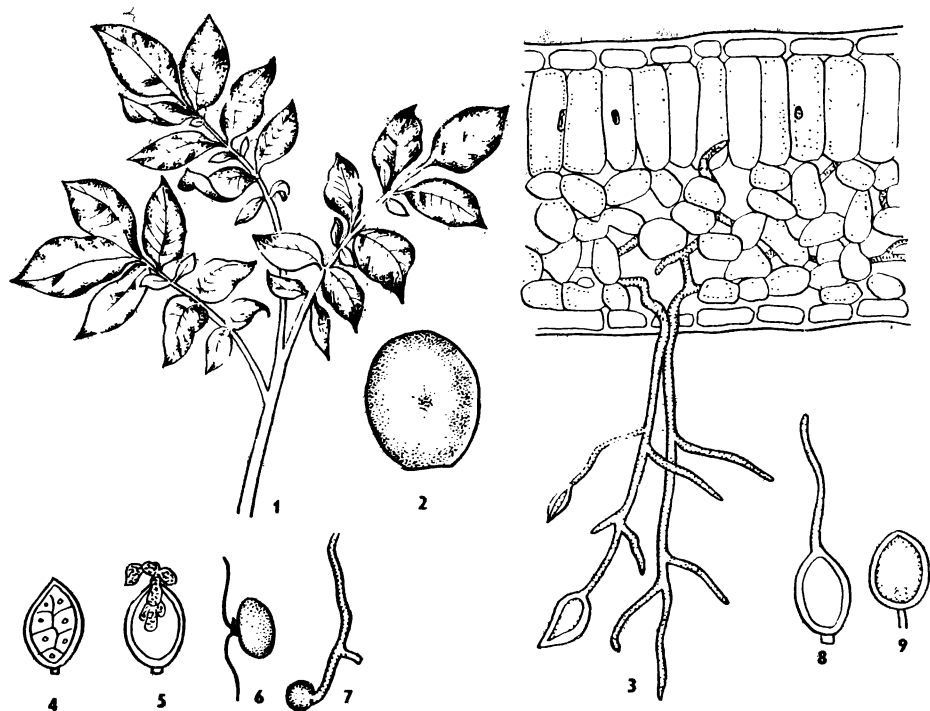


Рис. 18. Фитофтора и цикл ее развития:

1, 2 — листья и срез через клубень картофеля, пораженный грибом 3 срез через пораженный лист: видны гифы и на нижней стороне листа (внизу) конидиеносцы; 4—7 — развитие конидия в сырое лето (возникновение двух жгутиковых зооспор (6), плавающих в воде и прорастающих в клубни); 8, 9 — развитие конидиеносца в сухую погоду, когда споры без жгутиков разносятся ветром

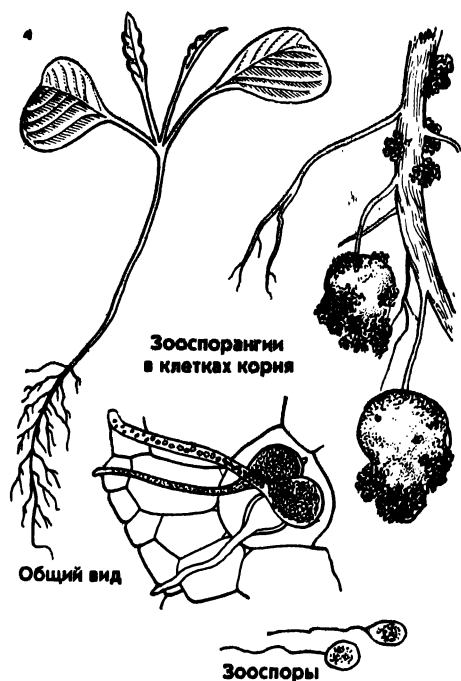


Рис. 19. «Черная ножка» капустной рассады (слева) и рак клубней картофеля

конце. В этом спорангии образуется до 10 тыс. спор «+» и «—» (начало гаплофазы), которые разносятся ветром и, попав в благоприятные условия, образуют новый мицелий. Многие родственники муко́ра паразитируют на разнообразных насекомых, в том числе и на вредных (саранча, тли, домашние мухи).

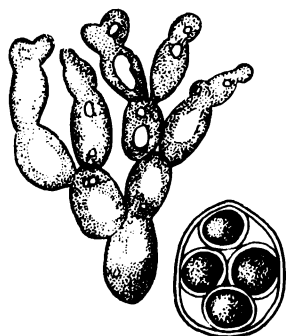
Другие низшие грибы не безвредны. Один из опаснейших вредителей картофеля и томатов — фитофтора (рис. 18). Она поражает ботву и клубни картофеля, отчего они чернеют и отмирают. В дождливое лето происходит массовое развитие зооспор, которые проникают в почву и заражают клубни, отчего урожай погибает. В прошлом веке вспышки развития фитофторы, например в Ирландии, приводили к голоду и массовой эмиграции. И сейчас этот грибок приносит огромные убытки. Меры борьбы с ним: уничтожение ботвы, севооборот (не сажать картофель по картофелю), опрыскивание солями меди и выведение устойчивых сортов.

Столь же опасен другой грибок — синхитриум, возбудитель рака картофеля. Клубни при этом покрываются бугристыми разрастаниями и содержат мало крахмала. Меры борьбы с ним те же, что и с фитофторой. Порой для уничтожения спор вредителя, покрытых прочными оболочками, приходится протравливать всю почву на полях.

Не менее известен ольпидий капустный, «черная ножка» капусты. Уже у капустной рассады он вызывает почернение корня, затем чернота расплзается по стеблю и растение погибает (рис. 19).

Класс высших грибов

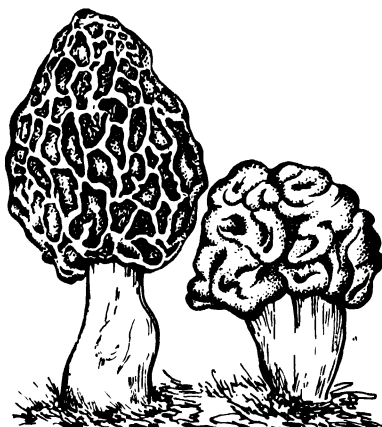
Эта группа делится на несколько классов. Класс Сумчатые грибы (около 25 тыс. видов) назван так потому, что половой процесс у его представителей завершается в особом мешкообразном органе — *аске* (сумке). Именно там кончается диплофаза и образуются гаплоидные споры. Сумки могут возникать прямо на мицелии. У вторично упрощенных дрожжевых грибов клетки просто сливаются и зигота образует сумку с четырьмя гаплоидными спорами. У других сумки развиваются в особых плодовых телах.



Почкующиеся дрожжи и сумка с аскоспорами



“Рожки” спорыньи в колосе ржи



Сморчок

Строчок

Рис. 20. Сумчатые грибы

Среди сумчатых грибов известны опасные паразиты. Таковы мучнеросные — возбудители мучнистой росы многих растений. Они поражают злаки, деревья (дуб, клен), крыжовник, смородину, виноград. Мучнистый налет на пораженных стеблях и листьях образуют *конидии* — споры, возникающие на концах гиф. Бороться с ними можно опрыскиванием ядохимикатами и уничтожением пораженных ветвей.

Паразит ржи, реже других злаков, спорынья образует в пораженных колосьях *склероции* («рожки») — черные плотные сплетения гиф. Они содержат сильный яд эрготин, вызывающий резкое сокращение гладких мышц. Если эти коварные рожки вместе с зерном будут смолоты в муку, может быть отравление с судорогами, рвотой, острыми болями в желудке, иногда гангренозными язвами. Возможны смертельные случаи. В очень малых дозах эрготин используется в медицине, поэтому спорынью порой разводят на ржи (рис. 20).

К сумчатым грибам относится и род *Penicillium*. Его плесень часто можно обнаружить на залежавшемся хлебе и овощах. Она сначала белая, потом приобретает голубой или зеленоватый оттенок. В эту же группу входят сморчки и строчки. Их плодовые тела, появляющиеся ранней весной, съедобны и вкусны; нужно только их перед приготовлением отварить, а воду слить, чтобы удалить вредные вещества (это советуют делать вообще со всеми грибами, особенно старыми, в плодовых телах которых могут накапливаться опасные продукты распада белков).

Класс базидиальных грибов

У этой большой (30 тыс. видов) группы (класса) половой процесс очень растянутый, мицелий большую часть жизни проводит в диплофазе, хотя чаще всего без слияния ядер (рис. 21), и споры образуются не в сумках, а

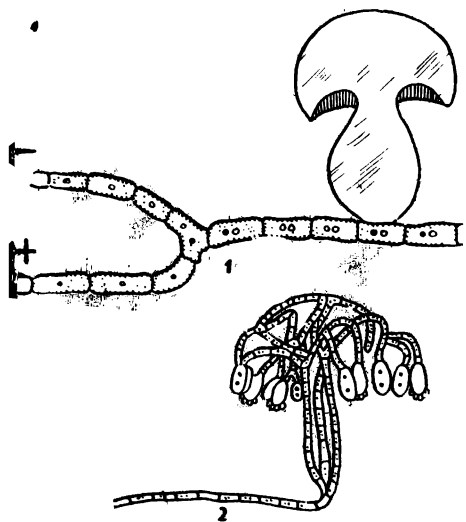


Рис 21 Базидиальные грибы:
1 — слияние «+» и «-» гиф и образование плодового тела на дикарионном мицелии; 2 — возникновение базидии

лений грибами приходится на эту поганку Спутать ее можно с молодым шампиньоном («ложный шампиньон»), но у того нижняя поверхность шляпки белая только в раннем возрасте, затем она становится сиреневой, темнеет, а зрелые споры совсем черные. У бледной поганки она не темнеет. Прочие виды из того же рода — мухоморы — также ядовиты, но отравление редко завершается смертельным исходом.

Мы привыкли к плодовым телам обычной формы — зонтообразная шляпка на ножке. Но есть и другие: у дождевиков пузыревидное плодовое тело замкнуто и лопается, когда споры созревают. Это те грибы, которые «пыхают» под ногами, выбрасывая облако спор. Дождевики достигают порой более метра в диаметре и свыше 10 кг массы. Молодые плодовые тела их съедобны и вкусны.

У других грибов плодовые тела имеют причудливую форму и ярко раскрашены. Это отражается в их названиях: «грибы-цветы», «дама под вуалью», «звездовки». Многие из них имеют неприятный запах гниющего мяса, у таких споры разносятся мухами (рис. 23)

Грибы-трутовики, те, которые образуют деревянистые копытообразные наросты на стволах деревьев, — опасные вредители леса, вызывающие гниль древесины. Их гифы пронизывают весь ствол от корней до макушки. Когда дерево погибает, трутовики продолжают жить на мертвой древесине, разрушая дома, шпалы, мосты и пр. Опята также разрушают древесину (их

на особых крупных клетках — базидиях (основах). Сами базидии образуются на гифах, или на плодовых телах, у наиболее известных на нижней стороне их, на стенках многочисленных трубочек или пластинок. Примеры пластинчатых грибов: шампиньоны, сыроежки, рыжики, грузди, волнушки.

Мицелий таких грибов многолетний. Плодовое тело растет около месяца под землей, но выходя на поверхность, увеличивается в размерах быстро. В его гифах развивается высокое гидравлическое давление: были случаи, когда растущие плодовые тела шампиньонов взламывали асфальт.

Кроме съедобных грибов имеются и ядовитые (рис. 22) Всем известны мухоморы. Наиболее опасен бледный мухомор, или бледная поганка; ее яд не обезвреживается при кипячении, и признаки отравления наступают через сутки, когда помощь оказывать уже поздно. Большая часть смертельных отрав-



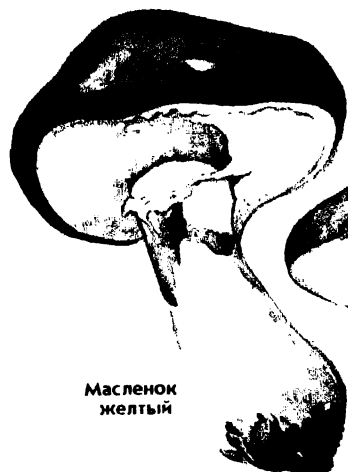
Шампиньон



Бледная
поганка



Мухомор



Масленок
желтый



Гриб
желчный



Сыроежка
болотная



Гриб перечный



Гриб белый

Рис. 22. Некоторые съедобные грибы и похожие на них ядовитые и несъедобные из-за горького вкуса

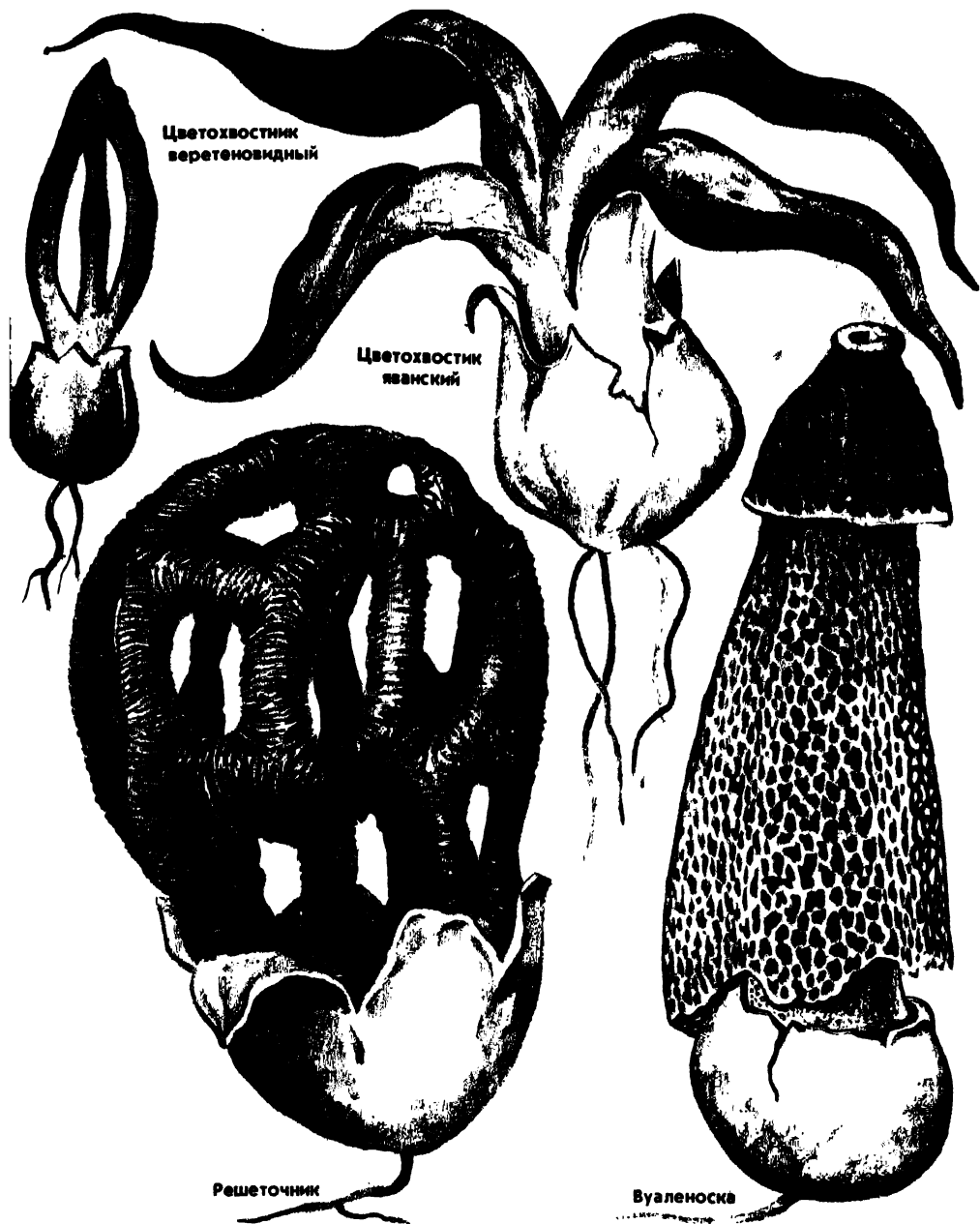


Рис. 23. Плодовые тела редких грибов, подлежащих охране

гифы светятся в темноте — «светящиеся гнилушки»). Но самый опасный разрушитель построек из дерева — домовый, или плачущий, гриб. Обычно грибы не разрушают хорошо просушенное дерево, домовый гриб при разложении древесины выделяет воду (до 10 ведер на кубометр дерева), поэтому серая пленка его мицелия всегда покрыта каплями воды и самое просушенное строение он быстро превращает в труху.

Очень опасные паразиты высших растений — головневые грибы. Их называют так потому, что споры их покрыты черной оболочкой и пораженные части, обычно соцветия, выглядят обугленными. Таковы твердая головня пшеницы, головня проса, овса и других злаков. У этих грибов споры заражают всходы хозяина и гифы растут, достигая колоса, где и образуют черные споры.

Не менее опасны для культурных растений ржавчинные грибы, образующие на пораженных частях хозяев пятна красно-оранжевого цвета. Это наиболее хорошо приспособленные паразиты. Например, у линейной ржавчины цикл развития идет два года и первое поколение размножается на листьях декоративного кустарника барбариса. Как у спорыньи, гифы ржавчинных грибов выделяют сахаристую жидкость, и споры разносятся насекомыми.

После полового процесса диплоидные споры поражают уже не барбарис, а листья злаков, резко снижая урожайность. На юге нашей черноземной зоны этот грибок может зимовать и в тканях злаков. Лучший способ борьбы с ржавчинными грибами — выведение устойчивых сортов, а также уничтожение вблизи полей промежуточных хозяев (барбариса, крушины) и опыливание серным порошком.

Класс несовершенных грибов

Примерно у 30% изученных видов грибов по разным причинам из цикла развития выпал половой процесс. Это высшие грибы с многоклеточным членистым мицелием, весь цикл которых проходит в гаплофазе. Одни из них похожи на сумчатые, другие — на базидиальные грибы, но отнести их к этим классам нельзя, потому что ни сумок, ни базидий они не образуют. Это сборная группа, свидетельствующая только об уровне нашего незнания. В нее объединены самые разнообразные грибы.

Многие из них обитают в почве; среди них имеются виды, синтезирующие антибиотики, например пенициллин. Другие — опасные паразиты растений (серая гниль земляники, винограда, лука и других растений, вызываемая видами из рода *Botritis*). Иные поражают злаки, кустарники, деревья и даже другие грибы. «Керосиновый» гриб кладоспорий усваивает углеводороды, поэтому отлично растет на керосине, дизельном топливе и на креозоте (им пропитывают шпалы, защищая их от других грибов).

Многие из этих грибов опасны не только тем, что снижают, а порой и уничтожают урожай: они выделяют опасные для здоровья, а иногда и для жизни токсины. Пример — паразиты злаков из рода *Fusarium*: употребление в пищу зараженного ими хлеба вызывает отравление, сходное с опьянением (головокружение, головная боль, слабость). Это явление называют «пьяным хлебом»; особенно часто оно наблюдается в странах с теп-

лым и влажным климатом, у нас в Приморье. К этому же роду относятся виды, паразитирующие чуть ли не на всех культурных растениях. Они могут также вызывать порчу книг и кожаных изделий и кожные болезни (дерматиты) у человека.

Любопытно, что один из близких к *Fusarium* видов — гибберелла, хотя и вредит рису, сахарному тростнику и другим злакам, в конце концов оказался полезным. В странах Юго-Восточной Азии этот грибок вызывает болезнь (в Японии ее называют бака-нэ — «дурной побег») — стебли и листья чудовищно вытягиваются, отчего растение полегает. Оказалось, что грибок выделяет в ткани растения-хозяина вещество, усиливающее его рост. Такие соединения называют *гормонами*. Гормон роста растений — гиббереллин — используют в сельском хозяйстве.

Таким образом, грибы — потребители разлагающейся органики, или паразиты растений, реже животных, иногда полезные сожители (симбионты) растений. Но среди них есть и самые настоящие, хотя и оригинальные хищники. Есть они и в группе несовершенных грибов, обитающих в почве. У таких мицелий образует ловчие приспособления — клейкие ловушки и клейкие сети. Мелкие почвенные животные — насекомые, клещи, круглые черви — прилипают к ним, как мухи к липкой бумаге. Затем гриб растворяет и усваивает жертвы. А так как многие круглые черви — вредители сельского хозяйства, возникла идея уничтожать их с помощью хищных грибов. Их мицелий выращивают на искусственных средах, а затем заражают им почву.

Завершая обзор царства грибов, можно заключить, что все они увеличивают скорость и интенсивность обмена веществ вследствие практически бесконечного удлинения клетки. (Напомним, что диаметр грибной гифы в среднем 5 мкм, а общая длина — сотни метров, а то и километры. Образно говоря, бактерии можно уподобить точкам, а грибы — линиям, у них одно измерение — длина.)

В дальнейшем мы познакомимся с организмами плоскими («плоскатиками»), которые разрастаются в двух измерениях, а затем в трех.

Напоследок рассмотрим странные организмы, которые считаются для удобства «приложением к царству грибов».

Класс слизевиков

Под отстающей корой трухлявых пней, опавшими листьями, в трещинах и щелях мертвых деревьев можно обнаружить странные организмы — плоские лепешки слизи, часто ярких цветов: желтого, розового, красного, фиолетового, почти черного. Размеры их разные (до десятков сантиметров в диаметре), разная и форма. Если понаблюдать за ними, можно убедиться, что они не только меняют форму, но и переползают с места на место, стремясь к повышенной влажности. Это и есть *слизевики*, или *миксомицеты*. Их можно принять за грибную плесень, но под микроскопом видно, что тело слизевика слагают не грибные гифы, а цитоплазма с многочисленными ядрами. Переползая с места на место, они не только усваивают органику из влаги, но и захватывают пищевые частицы (бактерии, мицелий грибов). Такая многоядерная масса цитоплазмы называется *синцитием*

(«соклетием»). Это встречается и у некоторых низших грибов; синцитий образуют в тканях хозяина грибы-паразиты.

С грибами слизевиков сближает и образование спор, покрытых двойной оболочкой — внутренней из клетчатки и наружной из хитина. При прорастании споры из нее выходят зооспоры с двумя жгутиками или крошечными слизевиками — *амебам*. Так называют один из родов простейших животных, но понятия «амеба», «амебообразный» применяются к клеткам и синцитиям, не имеющим постоянной формы. Зооспоры, или амёбы, сливаются, и начинается диплофаза — стадия многоядерного слизевика с диплоидными ядрами.

Большинство представителей этой группы безвредны и даже полезны, расщепляя органику до веществ, усваиваемых растениями. Но среди них есть и опасные паразиты. Такова плазмодиофора, возбудитель килы капусты: синцитий этого слизевика образует вздутия и выросты на корнях капусты. Распространена также спонгоспора — возбудитель порошистой парши картофеля.

ЛИШАЙНИКИ

Различают лишайники *накипные*, или *корковые* — в виде корочки, нередко ярко окрашенной, на камнях, скалах, стенах старых зданий; *листова-тые* — в виде пластинок, приросших к основанию, и *кустистые* — в виде разветвленных кустиков, поднимающихся с земли или свисающих с ветвей деревьев (рис. 24). Последние часто путают со мхами. Так появилось название «олений мох», порой сплошным покровом покрывающий тундру. Южнее он обычен в сухих сосновых борах. Вообще лишайники предпочитают влажный климат, но живут и в пустынях, лишь изредка увлажняясь от росы. К субстрату они равнодушны, некоторые растут даже на оконном стекле, но растут медленно: корка накипного лишайника увеличивается за год лишь на 1—8 мм, отравленное оленями тундровое пастбище восстанавливается за 10—30 лет.

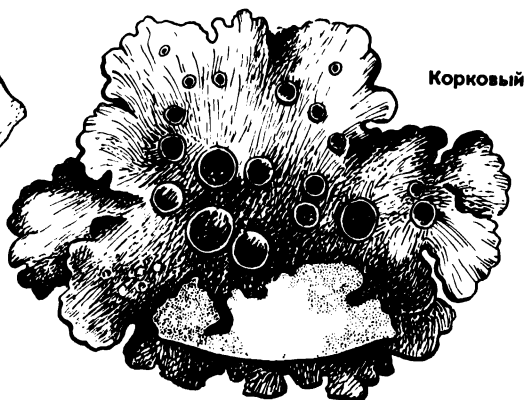
Лишайники не боятся ничего, кроме загрязнения воздуха. Заводская копоть, сернистый газ, выхлопы автомобилей для них смертельны. Поэтому их нет в крупных городах и вблизи промышленных центров.

Что же такое лишайник? Под микроскопом видно, что он состоит из сплетения грибных гиф; снаружи они уложены плотно, образуя корочку, сердцевина более рыхлая. Гифы принадлежат обычно грибу из класса сумчатых, реже из класса базидиальных. Но это не совсем гриб: в нем присутствуют, располагаясь между гифами, округлые тельца зеленого или сине-зеленого цвета. В них идет фотосинтез: лишайники усваивают энергию солнечных лучей и в органике не нуждаются. Именно поэтому они могут расти на голом камне.

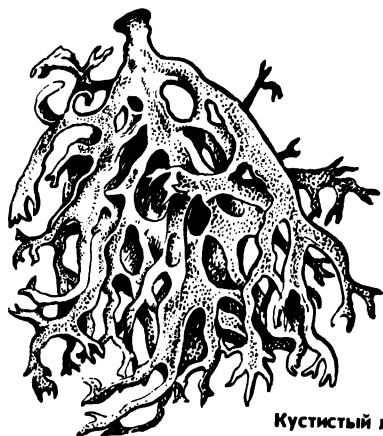
В середине прошлого века С. Шведенер, А. С. Фаминцын и И. В. Баранецкий открыли природу этих зеленых телец. Ими оказались одноклеточные зеленые водоросли, о которых речь пойдет в следующей главе, и сине-зеленые (цианобактерии). Лишайник оказался сложным организмом — *симбиозом гриба и водоросли*. Водоросли синтезируют органику, гриб ее



Налипной (на камне)



Корковый



Кустистый лишайник и его срез

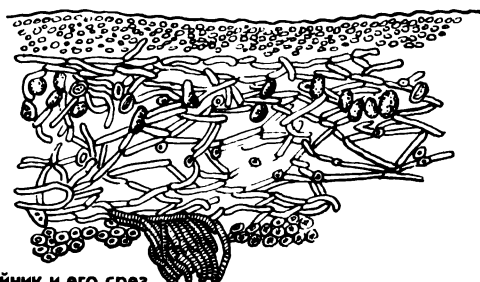


Рис. 24. Лишайники

усваивает, а взамен обеспечивает своих постояльцев минеральными солями и защищает их от высыхания и механических воздействий.

Лишайники — первопроходцы жизни в бесплодных районах. Они выделяют кислоты, разъедающие камень. В образующихся трещинах скапливается пыль, создается богатая органикой почва, на которой появляются мхи, травы, а там и кустарники. Поэтому роль их в природе важна: голые россыпи камней они по прошествии многих сотен и тысяч лет превращают в плодородные луга.

Некоторые лишайники используют в медицине для получения слизистых отваров, в парфюмерии для получения эфирных масел (духи и одеколон «Шипр»). Раньше из них получали красивые и стойкие красители для тканей и пряжи. Из одного вида лишайника раньше добывали лакмус — краску, краснеющую в кислой среде и синеющую в щелочной.

Вредных форм среди лишайников, по-видимому, нет, лишь иногда они, разрастаясь на коре плодовых деревьев, нарушают газообмен.

ГЛАВА 4. САМЫЕ ПРОСТЫЕ РАСТЕНИЯ — ВОДОРΟΣЛИ

Царство растений. Низшие растения — водоросли: отделы зеленых, золотистых, бурых, диатомовых и красных водорослей

Царство растений

С основными чертами обширного царства растений вы уже познакомились в краткой характеристике истинноядерных организмов — эукариот. Напомним лишь, что растения — фотоавтотрофы, синтезирующие органику из CO_2 и H_2O с выделением свободного кислорода (этот процесс носит название фотосинтеза). В цитоплазме фотосинтезирующих клеток растений имеются зеленые тельца — хлоропласты, по-видимому, потомки сине-зеленых бактерий, потерявшие синий пигмент. В них и происходит связывание углекислого газа и световое расщепление воды. У низших растений фотосинтезирующие органы клетки могут иметь разную форму (звездчатые, лентовидные, чашевидные) и красный, бурый или золотисто-желтый цвета. Их уже не совсем точно называют зелеными тельцами (*хлоропластами*). Более распространено название *хроматофор* (носитель окраски).

Во всех группах растений, от самых низших до высших, цветковых встречаются представители, у которых хроматофоры, а значит, и способность к фотосинтезу утеряны. Такие растения становятся сапрофитами, как грибы, или паразитами других растений. Но паразитические и сапрофитные растения все же относительно редкое исключение.

подавляющее большинство из них выполняют две важнейшие роли: снабжают земную атмосферу кислородом и поставляют основной запас органики для питания животных. Из ископаемых растений возникают каменный уголь, нефть, часть природного газа. Все мы, образно говоря, солнечные машины — нас приводит в действие энергия Солнца, а растения выполняют роль приводного ремня.

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ — ВОДОРΟΣЛИ

Это название не очень удачно: в воде растут и высшие растения, вроде кувшинки (водяной лилии), а многие одноклеточные водоросли растут и на суше (обычно во влажных местах, например образуя зеленый налет под водосточной трубой или на северной стороне древесных стволов). Но они встречаются на почве и в пустынях и даже окрашивают тающий снег в горах в красный («кровавый снег») или зеленый цвет.

Среди около 40 тыс. ныне известных видов водорослей имеются и одноклеточные, часто подвижные, с одним, двумя или более жгутиками. Другие образуют скопления клеток — колонии в виде шариков, пластинок, нитей или кустиков. У самых сложных организм имеет вид большой ленты или покрывала, нередко хитрым образом расчлененного. Но водоросли

никогда не образуют корней для всасывания воды и солей (это они делают всей поверхностью). Нет у них стеблей и листьев и, конечно, цветов. Такое просто устроенное тело многоклеточных водорослей называется *слоевищем* или *талломом*. Некоторые водоросли имеют неклеточное строение, т. е. состоят из одной чудовищно разросшейся клетки.

Размножаются они разными способами: одноклеточные — делением клетки, колониальные — распадом колоний, многоклеточные — кусочками разрывающегося слоевища, а также спорами, как грибы: подвижными зооспорами, имеющими жгутики, и неподвижными, разносимыми водой.

Есть у них и половой процесс, причем встречаются столь же разные стадии его, как и у грибов: *изогамия* (половые клетки одинаковы), *гетерогамия* (половые клетки разные) и *оогамия* (неподвижную яйцеклетку оплодотворяет подвижная мужская). Иногда гаметы не образуются, а просто сливаются две клетки; такой процесс называется *конъюгацией* (соединением).

Клетки водорослей, как и прочих эукариот, могут находиться в *гаплофазе* (один генетический аппарат) и *диплофазе* (два генетических аппарата — от мужской и женской гамет). Продолжительность этих фаз, как и у грибов, у разных водорослей разная.

Короче, водоросли настолько разнообразны, что среди ботаников распространяется убеждение, что эта группа придумана для удобства и в нее включены несколько самостоятельных ветвей (разделов), друг другу не так уж близко родственных и по рангу соответствующих отдельным царствам.

Мы рассмотрим здесь лишь пять разделов и начнем с наиболее близкого к высшим растениям — зеленых водорослей. Полагают, что какие-то древние многоклеточные зеленые водоросли в свое время вышли на сушу и положили начало всему растительному миру, окружающему нас в лесах и на полях.

ОТДЕЛ ЗЕЛЕНых ВОДОРосЛЕЙ

Основной признак представителей этого отдела отражен в названии. В их хроматофорах те же пигменты, что и у высших растений, — *хлорофиллы а* и *в* и *каротиноиды*, вроде тех, которые окрашивают корень моркови. Желтых пигментов — ксантофиллов мало, и они не маскируют зеленый цвет хлорофиллов. В этой группе можно найти и одноклеточные формы, подвижные, снабженные жгутиками, и неподвижные, образующие колонии в виде нитей и кустиков, и многоклеточные, образующие порой сложно разветвленные слоевища, внешне похожие на кусты высших растений. Встречаются у них и неклеточные представители, т. е. состоящие из одной огромной клетки. У зеленых водорослей найдены все типы половых клеток — изо-, гетеро- и оогамия.

Из этой огромной группы (13—20 тыс. видов) рассмотрим лишь немногих представителей. Примером подвижных одноклеточных водорослей могут служить *хламидомонады* (главный род *Chlamidomonas*, что означает «подвижное мелкое тельце в оболочке»). Они в изобилии размножаются в мелких, загрязненных водоемах, порой окрашивая их в ярко-зеленый

цвет. Обычно это микроскопические, в среднем 10 мкм, округлые клетки с хорошо заметной оболочкой и двумя или четырьмя жгутиками равной длины. Размножаются они зооспорами, половой процесс — изогамия, большую часть жизни занимает гаплофаза.

Многие зеленые водоросли образуют колонии, причем исследование этих колоний показывает, как могли возникнуть многоклеточные организмы из одноклеточных (рис. 25). Например, колония рода *Gonium* состоит из 16 клеток, расположенных в один слой в общей пластинке слизи. Все 32 их жгутика работают согласованно, так что колония как бы летит в воде, словно ковер-самолет, по направлению к источнику света. Представители других родов — *Pandorina* и *Eudorina* имеют 16—32-клеточные колонии, устроенные иначе. У них клетки располагаются в округлом комочке слизи, образуя шаровидную структуру.

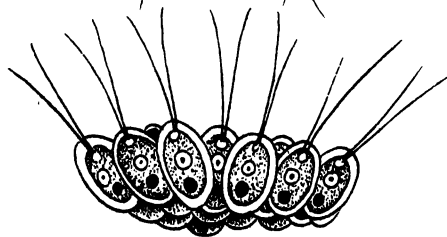
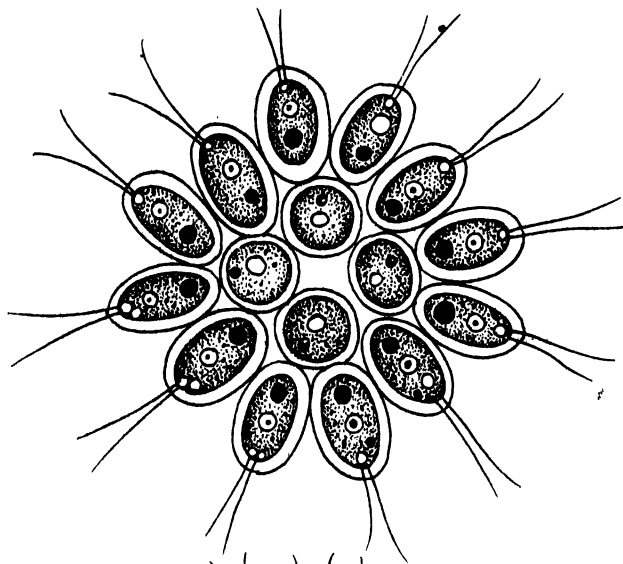
Дальнейшее увеличение колонии уже невыгодно, так как клетки внутри нее оказываются лишенными света и обмена с окружающей их водой. Оставался выход — всем клеткам расположиться на периферии колонии. Так устроен вольвокс — заполненный слизью шарик из множества (до 50 тыс.) двужгутиковых клеток. Эта крупная (2 мм) колония, согласно работая жгутиками, плавает в воде вращаясь, как бы подставляя все части своей поверхности под яркий свет.

Шарик вольвокса не всегда бывает заполненным только слизью. Некоторые более крупные клетки наружного слоя уходят внутрь колонии, образуя там молодые, дочерние колонии. Освободиться те могут лишь после гибели материнской, когда она разрывается. Поэтому биологи полшутя говорят, что вольвокс — первый организм, придумавший естественную смерть. Ведь одноклеточные организмы могут погибнуть от неблагоприятных условий, но фактически не умирают. При делении их старая клетка образует две новые, и колонии гониума и эвдорин, разрываясь, дают начало новым. Но лишь у вольвокса мы можем увидеть самый настоящий труп.

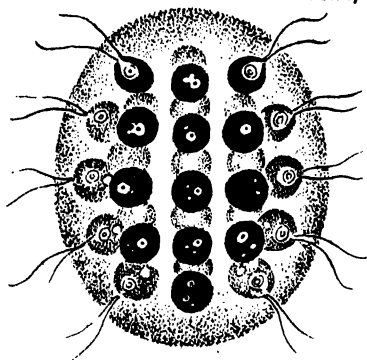
Половой процесс у вольвокса — уже настоящая оогамия: неподвижная яйцеклетка оплодотворяется подвижной мужской и образуется диплоидная ооспора, в стадии покоя переживающая высыхание или промерзание водоема.

Многие зеленые водоросли утратили жгутики, а значит, и подвижность. Таковы протококковые, пассивно плавающие в воде или образующие зеленый налет на дне водоемов, на влажной почве и тающем снегу. Жгутики у них имеются лишь на стадии зооспор. Из них наиболее известна хлорелла (рис. 26). Ее шарообразные клетки (около 15 мкм) размножаются порой во множестве в самых разнообразных условиях. В нашем веке ее пытались приспособить для культурного выращивания в особых бассейнах (она дает урожай до 40 г сухой массы, на 50—60% состоящей из белка, на 1 м² в сутки).

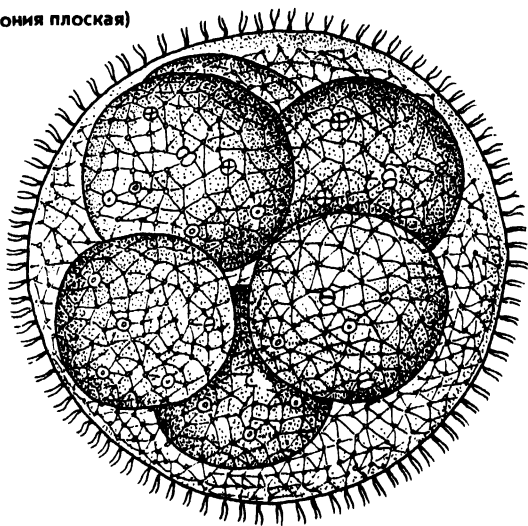
Протококковые часто образуют колонии в виде нежных сеточек до 1 м длиной («водяная сеточка»), нитей, пластинок и кустиков. Из других зеленых водорослей хорошо известны ярко-зеленые пластинчатые слоевища ульвы («морской салат»), растущие на мелководье теплых морей. Их употребляют в пищу.



Гониум (колония плоская)



Пандорина (колония округлая)



Вольвокс

ХЛОРОКОККОВЫЕ ВОДОРОСЛИ

СПИРОГИРЫ

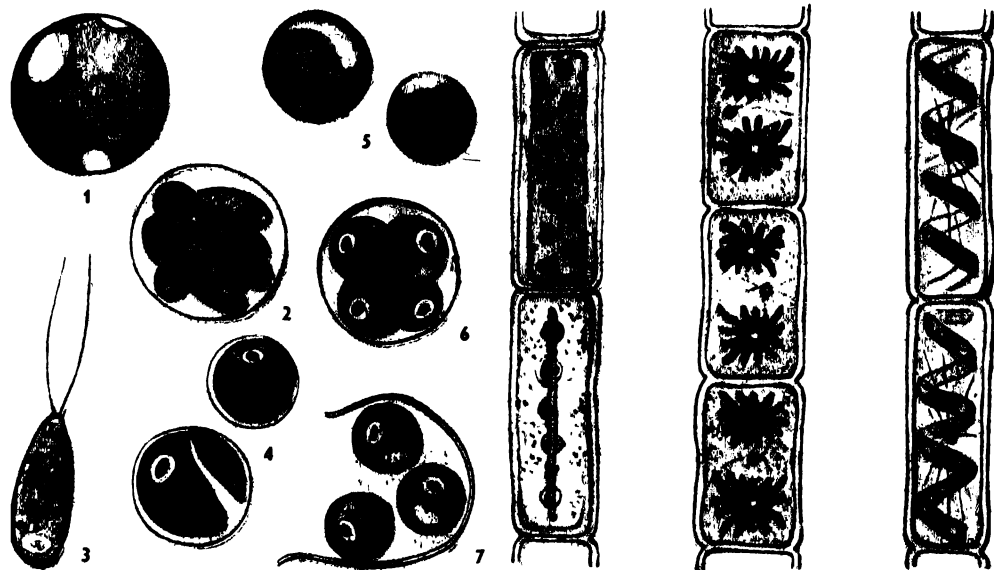


Рис. 26. Зеленые водоросли:

1—4 — хлорококкум (соответственно взрослая клетка, образование спор и двужгутиковая зооспора, делящийся хлорококкум); 5—7 — хлорелла и образование у нее спор

Все вы, наверное, видели длинные нитчатые колонии спирогиры, образующие зеленые «подушки» в пресноводных водоемах. Их обычно называют тиной. Хлоропласт у них устроен по-разному, часто в виде ленты, закрученной спиралью по стенке. Половой процесс у спирогиры — конъюгация. Специальных половых клеток не возникает, диплофазу образуют обычные сливающиеся клетки, в результате получается покрытая толстой оболочкой зигота.

По своеобразному пути пошли зеленые водоросли из класса сифоновых. Их крупное, порой в десятки сантиметров, и сложно устроенное слоевище представляет собой одну гигантскую клетку. В основном это обитатели морей, образующие заросли на мелководье (рис. 27).

Наиболее сложно устроено слоевище у харовых водорослей, которых иногда отделяют от зеленых в самостоятельный отдел. Внешне они похожи на высшие растения со стеблем и листьями. На их ложных корнях — *ризоидах* часто образуются богатые крахмалом клубеньки. Длина слоевища может достигать 2 м. Сходство это, по-видимому, не только внешнее. Полагают, что высшие наземные растения происходят от каких-то предков харовых, десантировавших на сушу. Харовые растут в пресноводных водоемах, причем любят жесткую, с избытком кальция воду, но встречаются и в солоноватых водах. Их много росло на дне Аральского моря до его гибели.

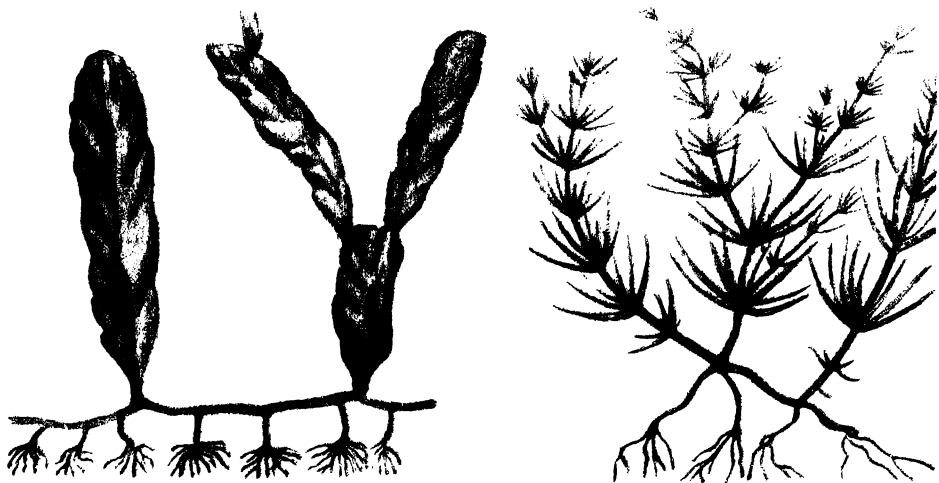


Рис. 27 Два пути усложнения слоевища у водорослей:
слева — на уровне одной клетки (водоросль каулерия); *справа* — сложное много-
 клеточное слоевище (хара)

В особый отдел выделяют также эвгленовых, хотя фотосинтезирующие пигменты — хлорофиллы у них такие же, что и у зеленых. Наиболее известный представитель — эвглена зеленая, от массового размножения которой порой зеленеет вода в канавах и лужах. Это микроскопические организмы (до 500 мкм), у большинства из них имеется на переднем конце вытянутого тела один (редко два) длинный жгутик. Работая им, эвглена быстро плавает, вращаясь вокруг своей оси, как бы ввинчиваясь в воду.

Хлоропласты у эвглен имеют форму пластинок, лент или звездочек. В них синтезируется не обычный растительный крахмал, а особый углевод — парамилон. Он похож на животный крахмал — гликоген и не синее от иода.

Некоторые черты строения эвгленовых наводят на вопрос: водоросли ли это? У них имеется на переднем конце тела углубление («глотка») с расширением на конус — резервуаром. Через него удаляется из клетки лишняя вода с продуктами диссимиляции. Жгутик как раз прикреплен ко дну резервуара.

Эвгленовые легко теряют свои хлоропласты и становятся бесцветными. Такие формы переходят на питание растворенной в воде органикой и даже захватывают и переваривают крупные пищевые частицы, например бактерий и других микроорганизмов. Возможно, этот странный раздел водорослей действительно ближе к животным. Это одноклеточные животные, когда-то перешедшие на растительный тип питания. Сближение их с зелеными водорослями — прием условный.

Три следующих отдела водорослей (золотистых, бурых и диатомовых), по-видимому, родственны друг другу. Их объединяет в первую очередь то, что зеленые фотосинтезирующие пигменты — хлорофиллы у них замаскиро-

ваны другими — ксантофиллами, имеющими в зависимости от состава и концентрации золотисто-желтый и бурый цвета. Если клетки этих водорослей убить, ксантофиллы вымываются из них и мертвые хроматофоры зеленеют. Обратный процесс можно увидеть каждую осень в листопадном лесу: когда низкая температура разрушает хлорофиллы, листья дуба, клена, рябины, хвоя лиственниц превращаются в бурые, желтые, красные (становятся видны ксантофиллы и каротины, прежде замаскированные зеленым цветом).

ОТДЕЛ ЗОЛОТИСТЫХ ВОДОРосЛЕЙ

В этом отделе объединяются разнообразные водоросли: одноклеточные, колониальные и многоклеточные, пресноводные и морские, обрастающие дно и свободно плавающие в воде. Клетки у них могут быть разнообразной формы: бесформенные амебонидные, округлые со жгутиками, нитчатые. Но у всех у них зеленый цвет хлорофиллов скрывается желтыми ксантофиллами. Поэтому хроматофоры у них чаще всего красивого золотисто-желтого цвета. Синтезируется в них не крахмал, а сходный углевод — лейкозин.

У некоторых золотистых водорослей клетки имеют кремневый или известковый скелет. Размножаются они делением клеток, в половом процессе преобладает изогамия.

Золотистые водоросли играют довольно важную роль в жизни водоемов, ими питаются многочисленные мелкие животные. Однако они далеко не так заметны, как зеленые. Лишь при массовом размножении они вызывают желто-бурое «цветение» воды с неприятным запахом.

В наших пресных водоемах широко распространен динобрион — микроскопическая водоросль, образующая изящные колонии, как бы сложенные из миниатюрных колокольчиков. Эти колонии подвижны, работая жгутиками, они быстро плавают в воде. Однако из-за малых размеров они не могут противостоять течению, поэтому их относят к планктону. Так называют сообщество растений и животных, которые плавают в толще воды и пассивно разносятся ее движением.

В морях и океанах, особенно теплых, широко распространены золотистые водоросли кокколитофорида (т. е. несущие округлые тельца — кокколиты). Кокколиты — известковые тельца разнообразной формы, которые образуются в цитоплазме, а затем выталкиваются на поверхность клетки (рис. 28). Это очень мелкие организмы (в среднем 30 мкм, сами кокколиты 0,25—30 мкм), поэтому исследуют их строение под электронным микроскопом. Полагают, что кокколиты работают как маленькие парашютики, не давая клетке тонуть. Однако кокколитофорида могут плавать и активно, действуя двумя своими жгутиками.

Несмотря на крошечные размеры, эти водоросли могут изменять лик Земли. Кокколиты из отмерших клеток падают на дно и образуют толщи осадков. Некоторые известняки, например всем известный писчий мел, на 50—75% образованы кокколитами. В последнее время кокколитофоридам приписывается еще более важная роль. Вы знаете, что содержание CO_2 в атмосфере возрастает, это приводит к парниковому эффекту — Земля по-

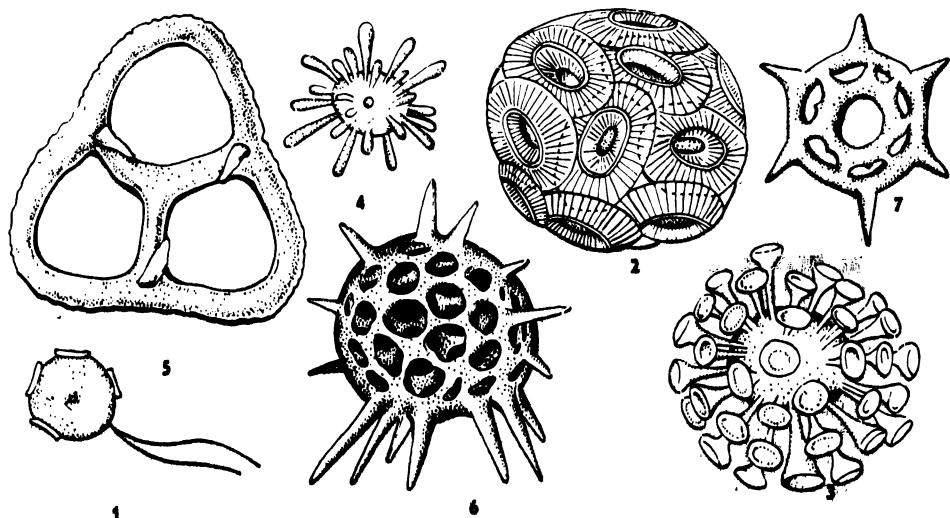


Рис. 28. Кокколитофориды (1—4) и силикофлагеллаты (5—7)

степенно перегревается. Леса, связывающие углекислый газ, по всей планете активно вырубаются. Аккумулятором CO_2 , вызывающим парниковый эффект, служит океан. В нем непрерывно идет реакция:



Связывая углекислый газ для органики и CaCO_3 для кокколитов, крошечные кокколитофориды как бы выкачивают CO_2 из атмосферы, спасая планету от перегрева. Другие хорошо известные золотистые водоросли — кремнежгутиковые (силикофлагеллаты). У них имеется внутренний скелет, но не из CaCO_3 , как у кокколитофорид, а из SiO_2 . Скелет этот внутренний и состоит из полых трубчатых перекладин (см. рис. 28). Обитают они в морской воде.

Сейчас большинство исследователей считает, что предки золотистых водорослей дали начало двум другим отделам — бурым водорослям, завовавшим дно прибрежий морей и океанов, и диатомовым — основным обитателям планктона как пресных, так и соленых вод.

ОТДЕЛ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Зеленые и золотистые водоросли обитают и в морях, и в пресных водах, бурые же водоросли предпочитают моря. В озерах и реках известны лишь немногие их представители. В этой группе нет одноклеточных, все они образуют слоевища — от тонких нитей из одного ряда клеток до огромных (до 50 м!) полос и лент. Буро-желтый цвет слоевищ обусловлен пигментами-ксантофиллами, дополнительными к хлорофиллам.

Клетки бурых водорослей поверх целлюлозной оболочки покрыты так называемым *пектиновым слоем*. Он состоит в основном из альгиновой кислоты и ее солей. Главным образом из-за этого соединения бурые водоросли промышляют во всем мире, а кое-где и разводят в прибрежных частях морей.

Соли альгиновой кислоты — альгинаты — могут связывать на единицу объема 300 объемов воды, образуя вязкий раствор. Альгинаты требуются при производстве мороженого, фруктовых соков, консервов, пластмасс, лаков и красок, они нужны в текстильной промышленности, книгопечатании, медицине, парфюмерии и даже в литейном деле. Не менее важен и другой продукт, получаемый из бурых водорослей, — шестиатомный спирт маннит. Он нужен и при лечении диабета, и при выделке кож, бумаги, лаков, красок. Делают из него и сильную взрывчатку.

Но как бы широко ни использовал бурые водоросли человек, их роль в природе несравненно значительнее. Это — донные организмы, населяющие прибрежную часть моря. Можно сказать, что побережья всех морей и океанов на земле опоясаны сплошной лентой лесов и лугов из бурых водорослей. Не будь их, жизнь в море выглядела бы совсем иначе.

Размножаются бурые водоросли делением слоевища, образованием зооспор. Половой процесс у них представлен и изогамией, и гетерогамией, и (у высших форм) настоящей оогамией.

Общезвестна крупная бурая водоросль ламинария (морская капуста). Ее слоевище достигает в длину нескольких метров, а у близкого вида из рода *Macrocystis*, растущего у южноамериканских берегов, — 60 м. Удивительно, что эта гигантская пластина вырастает за один летний сезон и отмирает осенью (рис. 29).

Эти гигантские водоросли прикрепляются к дну корневидными выростами. Однако это не настоящие корни, всасывающие воду и соли нужных элементов. Их называют корнеподобными — *ризоидами*. Они выполняют роль якорей. Вытаскивая многометровое слоевище из воды, порой поднимаешь с ним пудовый валун, крепко охваченный ризоидами. На слоевищах и особенно между ризоидами проживает несметное множество мелких животных: полипов, червей, моллюсков, ракообразных, так или иначе связанных с бурыми водорослями; для одних это источник питания, для других — убежище или место прикрепления. На этих подводных лугах нагуливаются многочисленные стаи рыб. Многие рыбы откладывают на слоевища морской капусты икринки. Так ведет себя, например, дальневосточная сельдь. Отмирающие каждый год слоевища потребляются иными беспозвоночными животными и образуют *детрит* — основную часть прибрежного ила.

Морская капуста съедобна и высоко ценится, особенно в странах Востока. В Японии, Корее, Китае ее разводят искусственно, расчищая прибрежные участки и засеивая их спорами или молодыми слоевищами. Большинство других бурых водорослей также съедобно. Они содержат иод и другие полезные вещества, поэтому сушеная морская капуста продается и в аптеках.

В морях, где выражены приливы и отливы, обнажающаяся при отливе полоса — *литораль* часто густо обрастает другими водорослями — фукусами. У нас они обильны в северных и дальневосточных морях. Южнее появляются саргассы (от исп. «саргассо» — мелкий виноград).

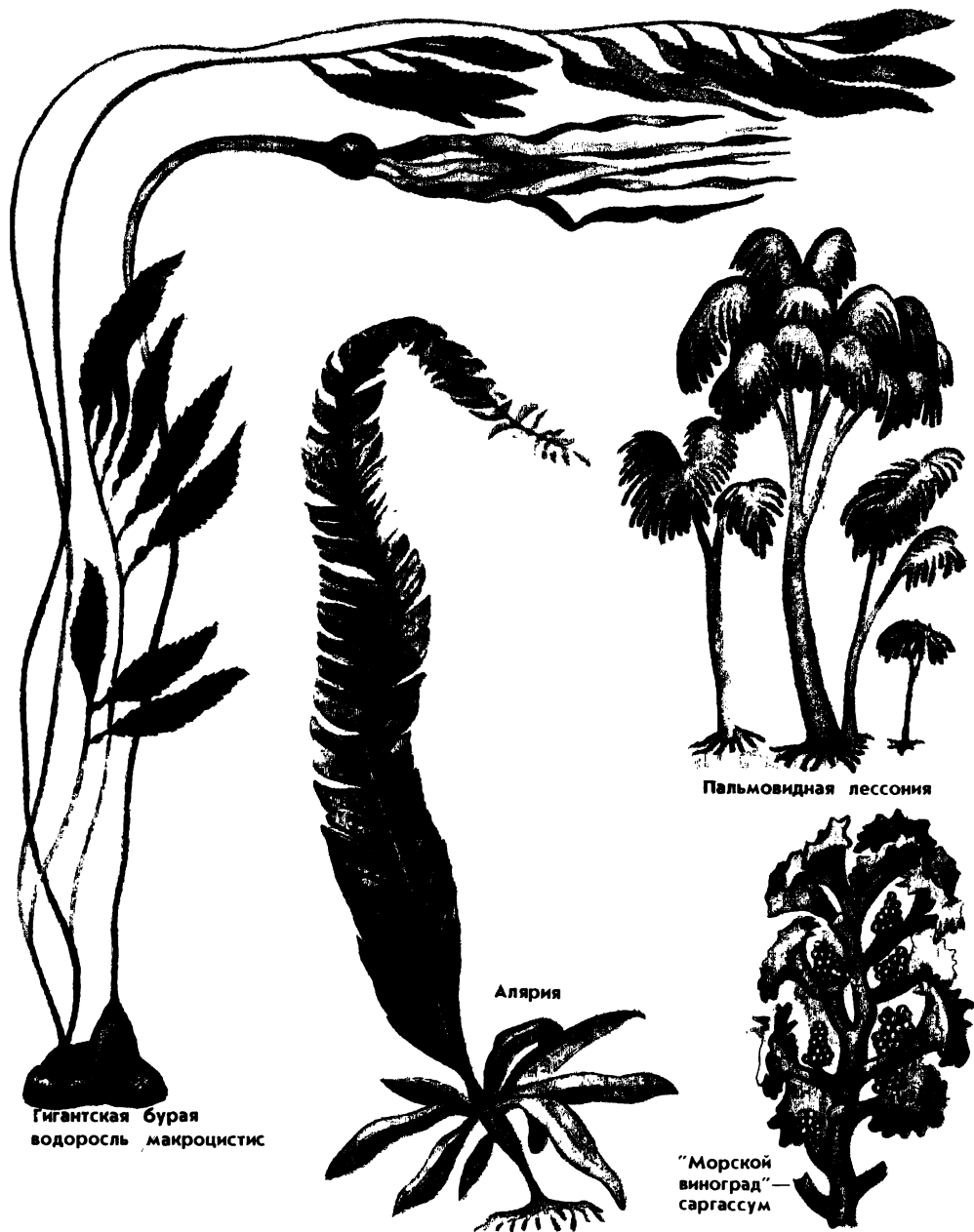


Рис. 29. Бурые водоросли

Почти все бурные водоросли растут будучи прикрепленными к морскому дну, камням, другим водорослям. Лишь саргассы одного из районов Атлантики, окруженного кольцевым течением, свободно плавают на поверхности, поддерживаемые мелкими ягодообразными поплавушками — пузырьками. По ним этот район и получил название Саргассово море. В нем на площади около 4,5 млн км² растет примерно 12—15 млн. т саргассов. В том же районе расположен «Бермудский треугольник». Однако саргассы не образуют скоплений, могущих затопить ход судна, и «ответственности» за таинственные исчезновения кораблей в этом месте океана не несут.

Слоевница высших бурых водорослей порой настолько сложно устроены, что одно время в них видели предков наземных зеленых растений. Однако сейчас полагают, что предками наземной растительности были зеленые харовые водоросли, наиболее сходные по структуре нукленновых кислот.

ОТДЕЛ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРосЛЕЙ

Представители диатомовых — одноклеточные образуют небольшие колонии, чаще всего они пассивно переносятся течениями и входят в состав планктона. Многие из них обитают и на дне, образуя пленчатые обрастания. Один из видов, в частности, покрывает желтой пленкой кожу китов. Но все-таки основной поставщик органики в морях да и в пресных водах — планктонные диатомовые.

Это небольшие организмы, размеры их клеток от 4 до 1000 мкм (одна гигантская диатомея из антарктических вод — до 2 тыс. мкм). Внешне диатомовые, или, как их еще называют, диатомеи, не похожи на растения. Скорее, они выглядят как искусные ювелирные изделия или елочные игрушки (рис. 30). Их клетки покрыты твердым панцирем, состоящим из двух половинок (отсюда и название — диатомовые, двухполовинчатые). Нередко панцирь «украшен» причудливыми выростами, шипами, рогами, но в основе это коробочка, закрытая крышкой, круглая или вытянутой формы. Материал панциря — аморфная двуокись кремния (SiO₂), по составу к нему ближе всего полудрагоценный камень опал.

Естественно, возникает вопрос: как они осуществляют обмен с окружающей средой: ведь через кремнеземный панцирь не может идти ассимиляция и диссимиляция? Дело в том, что он не сплошной: стенки коробочки пронизаны порами, общая площадь которых составляет 10—75% всей ее поверхности. У продолговатых диатомей возникает щель, прорезающая стенку створки, — шов. Целлюлозной оболочки у диатомовых нет, и в области шва мембрана цитоплазмы непосредственно контактирует с водой. Пробегающие по мембране колебания позволяют клетке диатомеи активно двигаться в толще воды и по поверхности дна. Шов — это орган движения. Жгутиков у диатомовых нет.

Размножаются диатомеи делением, причем одна половина материнской клетки получает в наследство одну створку панциря, а другая — другую. Если в воде много питательных веществ, размножение идет быстро, и океан на многие мили становится желто-бурым. В благоприятных условиях диатомовые делятся до 8 раз в сутки. Такой быстрый темп размножения и спасает представителей этой группы от выедания животными.

Продукт фотосинтеза не крахмал, а масло — жидкое, с сильным запахом рыбьего жира. Вернее сказать, наоборот, — рыбий жир пахнет маслом

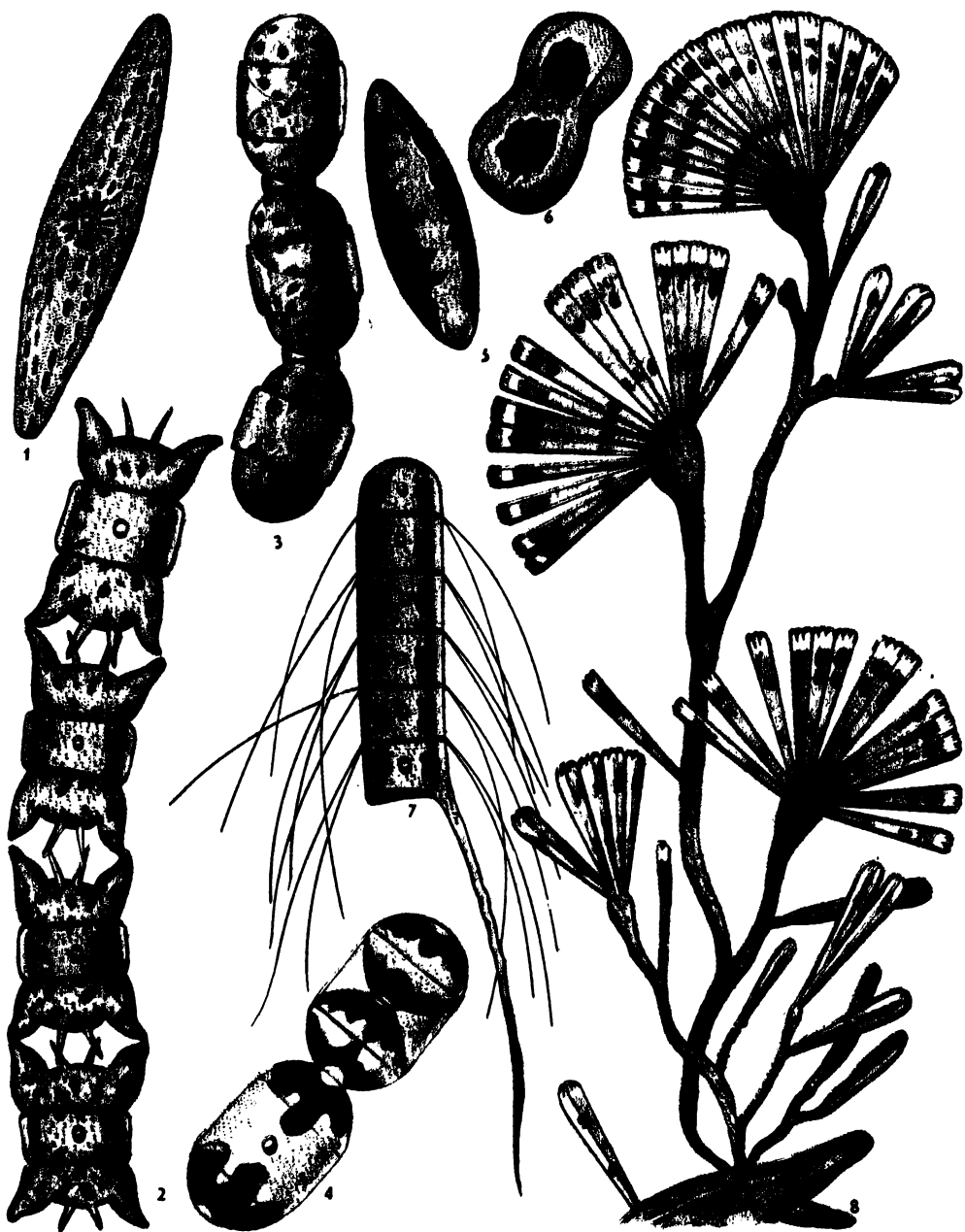


Рис. 30. Диатомовые водоросли:
 одиночные (1, 5, 6) и колонии — нитчатые (2, 4, 7) и кустистые (8)

диатомовых. Эти водоросли находятся в основании пищевой цепи в открытых водах морей и океанов и в больших озерах. Мелкие ракообразные разгрызают их кремнеземные коробочки, как семечки. Более крупные животные, например мелкие рыбы вроде шпрот и сардин, глотают их целиком. Ими, в свою очередь, питаются крупные рыбы, китообразные, тюлени, морские птицы — и у всех этих животных жир обладает специфическим, не для всех приятным запахом. Так пахнут продукты окисления масла диатомовых. Оно богато жирорастворимыми витаминами; и рыбий и китовый жир раньше был чуть ли не единственным средством против рахита.

Быстрый темп деления создает диатомовым некоторые трудности. Как я уже писал, молодые, дочерние клетки выращивают себе новую створку панциря вместо недостающей. Но ведь одной клетке достается сама коробочка (*гипотека* — нижняя крышка), другой — крышка от нее (*эпитека* — верхняя крышка). Эпитека чуть больше гипотеки, ведь она находит на нее. А надстраивается всегда гипотека. Вот и получается, что те клетки, которым достались эпитеки, остаются прежних размеров. А у их половинок прежняя гипотека становится крышечкой, эпитекой, и новая клетка получается чуть-чуть меньше. Через несколько поколений в популяции уже наблюдаются клетки нормального для вида размера и значительно (почти в 3 раза) измельчавшие. Мелкие — это те, которым из поколения в поколение доставалась гипотека.

Равноправие в размерах восстанавливается в результате полового процесса. Большую часть жизни диатомеи проводят в диплофазе, у них два генетических аппарата. При неоднородности размеров в популяции или при похолодании воды осенью, нехватке света или биогенных элементов возникают гаплоидные гаметы. У диатомей описаны все три стадии их развития: изогамия, гетерогамия и оогамия. Сливаясь, гаметы образуют диплоидную растущую спору — *ауксоспору*, которая дорастает до нормальных размеров и строит себе новый панцирь. Цикл замыкается.

Диатомовые — основные кормильцы многих морских животных, им мы обязаны, когда едим сельдь, иваси, хамсу, треску. Кремневые панцири отмерших и съеденных диатомей опускаются на дно, образуя диатомовые илы. Такие илы встречаются на дне не только морей, но и крупных чистых озер вроде Байкала. Из них возникают легкие, рыхлые и пористые горные породы — диатомиты. Их используют в строительстве, в пищевой и химической промышленности (как фильтры). Раньше, пропитывая диатомит нитроглицерином, из него получали взрывчатку — динамит. Изучая панцири диатомей, найденные в горных осадочных породах, можно определить не только их возраст, но и условия осадконакопления.

ОТДЕЛ КРАСНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Красные водоросли — самые совершенные по строению низшие водные растения. Эта большая (свыше 4 тыс. видов) группа, как и бурые водоросли, в основном обитает в морях. В пресные воды проникли лишь единичные представители. Красные водоросли, в отличие от диатомовых, донные растения, в планктоне не встречаются. Они проникают на большую

(до 200 м) глубину, довольствуясь теми остатками света, которые проходят сквозь толщу воды. Причина теневыносливости красных водорослей — их фотосинтезирующие пигменты. Кроме хлорофиллов, каротинов и ксантофиллов у них имеется красный фикоэритрин и синий фикоцианин. Окраска водорослей зависит от глубины их обитания. На мелководье они желто-зеленого или голубоватого цвета, глубже розовеют, потом краснеют. Самый интенсивный красный цвет имеют на глубине более 50 м. Но так они выглядят, будучи вытасненными на поверхность, на прямой солнечный свет. Водолазы на дне видят их черными: ведь красные лучи поглощаются первыми метрами воды. Фотосинтез красных водорослей идет в синих лучах, наиболее глубоко проникающих в воду.

В результате фотосинтеза у красных водорослей образуется не крахмал, а другой углевод, близкий к животному крахмалу — гликогену.

Вот еще любопытное свойство этой группы — у них никогда, даже на стадии спор или гамет, не бывает жгутиков. Их мужские половые клетки переползают, как амёбы, а споры разносятся течениями.

Лишь самые низшие красные водоросли одноклеточны или образуют небольшие, окруженные слизью колонии. У большинства из них довольно крупные слоевища, пластинчатые, корковидные, нередко сложно разветвленные. Впрочем, они не бывают такими многометровыми гигантами, как бурые, хотя образуют на дне моря густые заросли.

У некоторых красных водорослей слоевища сильно пропитываются CaCO_3 , отчего они становятся похожими на кораллы. Многие коралловые рифы в значительной мере образованы именно этими отмершими водорослями. В отличие от кораллов они идут далеко на север, образуя в Баренцевом и Белом морях в местах с сильным течением красно-розовые корки на каменистом дне.

Способы размножения красных водорослей разнообразны: деление слоевища, споры (без жгутиков). Половой процесс очень сложен. В основе его оогамия; неподвижные женские гаметы образуются в особым образом устроенных оогониях — *карпогонах*. Мужские гаметы разносятся пассивно водными течениями и проникают в карпогоны. Так возникает зигота, которая после сложного развития образует *карпоспоры*. Из них уже вырастает слоевище с двойным генетическим аппаратом — *спорофит*. В этой стадии, диплофазе, спорофит может существовать несколько поколений, но в конце концов на нем образуются гаплоидные споры, из которых вырастает гаплоидный *гаметофит*. Уже на нем образуются карпогеоны и мужские органы размножения. Помните, что спорофит находится в диплофазе, у него двойной генетический аппарат и на нем образуются споры. Гаметофит находится в гаплофазе и продуцирует гаметы. Отсюда и названия — спорофит и гаметофит, т. е. «споровое» и «гаметное» растения (от греч. «фитон» — растение). Схожий цикл развития мы встречали у многоклеточных бурых водорослей. Он сохраняется и у высших растений. О чередовании поколений мы еще не раз будем говорить.

Красные водоросли играют важную роль в экономике моря, потому что синтезируют органическое вещество на таких глубинах, где бурые и зеленые водоросли расти уже не могут. Ими питаются многие морские животные. Для человека они также важный объект промысла (рис. 31).



Рис 31 Красные водоросли (из них добывают сульфатированные полисахариды — каррагены)
Обратите внимание на виды 1 и 2 — это соответственно съедобная порфира и хондрус

В Японии, Китае, Корее, на островах Океании из них готовят салаты, приправы, супы и даже конфеты. В Японии их разводят, особенно водоросль порфиру. Но несравненно более важна роль красных водорослей в промышленности. Из них получают агар — смесь высокомолекулярных углеводов, нередко с присоединенными остатками серной кислоты. Уже 20 г агара на 1 л воды после остывания образуют плотный студень. Агар идет на изготовление мармелада, пастилы, незасахаривающегося варенья и нечерствеющего хлеба, его добавляют в мороженое и желе. Он же придает бумаге и тканям глянцеви́тость и блеск. Еще важнее роль агара в микробиологии: на его основе готовят твердые среды для выращивания отдельных колоний микроорганизмов. Не будь агара, работа микробиологов была бы куда более сложной. В последнее время открыли, что сульфатированные углеводы красных водорослей (каррагены) подавляют рост вируса, вызывающего страшную болезнь — СПИД. Добывают агар и каррагены из красной водоросли «исландский мох», растущей на дне северных морей. В наших дальневосточных морях запасы красных водорослей также очень велики и позволяют наладить промысел.

Итак, мы рассмотрели основные отделы низших растений — водорослей. Нетрудно заметить, что предел сложности их организации — плоское или разветвленное слоевище. Большой частью это двумерные организмы — полотнища, или пластины. Углекислый газ для фотосинтеза и минеральные соли они воспринимают всей поверхностью слоевища, так же улавливают свет. В воде они также, как правило, не испытывают недостатка.

Лишь выход каких-то зеленых водорослей в более сложную среду на сушу как бы подстегнул и ускорил их дальнейшую эволюцию. Так возникли наземные растения: мхи, хвощи, плауны, папоротники, голосеменные и, наконец, цветковые. У них уже возникают органы, выполняющие определенные функции: в первую очередь листья («антенны») для улавливания световой энергии и органы ассимиляции углекислого газа), корни (для всасывания воды и минеральных солей) и соединяющий их в единое целое стебель.

ГЛАВА 5. РАСТЕНИЯ БЕЗ ЦВЕТКОВ

Высшие растения. Основные органы высших растений: Отделы высших растений: мхи, плауны, хвощи, папоротники. Голосеменные — отдел семенных растений

ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Известный фантаст Рэй Брэдбери сравнил полет Юрия Гагарина с выходом древних предков рыб на сушу. Но справедливо и обратное утверждение: по трудности и историческому значению выход рыб на сушу вполне сопоставим с прорывом в космос. То же можно сказать и о выходе на сушу первых высших растений. Ведь их предки — водоросли жили и до сих пор живут в «тепличных» условиях: в воде нет недостатка, необходимые элементы они усваивают вместе с водой всей поверхностью слоевища, закон Архимеда позволяет им пренебречь силой тяготения и не создавать никаких механически прочных конструкций.

Иные условия их ожидали на поверхности земли, в воздушной среде. Мягкие и хрупкие слоевища пересыхали, сгибались и ломались под собственной тяжестью, но в первую очередь возникала проблема получения воды и необходимых для роста и развития химических элементов.

Откуда их берут высшие растения? Над этим вопросом задумывались еще в XVIII в. Тогда ученые ставили такие эксперименты: выращивали растение в кадке, а затем взвешивали отдельно и растение, и землю. Оказалось, что на килограммы полученной растительной массы земля в кадке теряла лишь доли граммов. Отсюда решили, что растение строит свое тело из поливной воды.

Это было правдой, но не всей. Мы теперь знаем, что из воды в результате окислительного фотосинтеза растения получают лишь водород. Углерод и кислород они берут из воздуха, ассимилируя углекислый газ. С, О, Н — основные компоненты растительной массы.

Но есть и другие компоненты, те, что образуют золу после сжигания сухой травы или древесины (кроме азота и серы, улетучивающихся при сгорании). Это калий, кальций, натрий, кремний, магний, железо, фосфор — вещества, которые вносят в почву с удобрениями. Зола в основном состоит из их оксидов, и, удобряя ею участок, мы возвращаем земле то, что у нее растения взяли.

Другие элементы в сухих растениях присутствуют в ничтожных количествах (тысячные и стотысячные доли процентов). Это — марганец, стронций, бор, медь, литий, иод, бром, никель, цинк, молибден, кобальт и ряд других. Их называют *микроэлементами*. Большинство из них входят в состав биологических катализаторов — молекул ферментов. Обычно удобрять ими почву не надо — они всегда есть в виде примесей в макроудобрениях или даже в водопроводной воде. Но, например, в болотных почвах они связаны в нерастворимые соединения, мало их и в воде, текущей с горных ледников. Все эти элементы в виде растворенных ионов растения получают из почвы через корни.

ОСНОВНЫЕ ОРГАНЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Корень. В главе 1 уже были приведены примеры огромной длины и поверхности всей совокупности корней растений. Особенно эти показатели увеличивают выросты клеток поверхности корня — *корневые волоски*. Но и без них общая длина всех корней одного растения пшеницы и ржи, например, изменяется от 0,9 до 60 км. Нетрудно понять, для чего это нужно: для ускорения обмена со средой. (Вспомните гифы грибов. — см. главу 3.)

Усваивать ионы нужных элементов растения могут только с водой. Но не всякая вода для этого годится. Соленая почвенная вода с концентрацией ионов выше, чем в цитоплазме, наоборот, будет вытягивать воду из корней, и растение погибнет. Поэтому к жизни на засоленных почвах приспособились лишь немногие растения; их называют *солеросами*. У них развились своеобразные механизмы удержания воды в клетках, чтобы она не вытягивалась наружу: обычно вода связывается образующими слизь полисахаридами.

Различают два основных типа корней: *стержневой* и *мочковатый*. В дли-

ну корни растут вследствие деления клеток на концах. Это так называемый *конус нарастания*. Молодые, нежные клетки конуса защищены на конце корня скоплением более грубых клеток, образующих *корневой чехлик*. Одно-клеточные корневые волоски образуются лишь на молодых частях корней (100—300 волосков на 1 мм²; численность их измеряется миллиардами). Здесь вода всасывается наиболее активно. Через 10—20 дней корневые волоски отмирают, корень покрывается пробковой оболочкой и корой и служит лишь для транспорта воды к стеблю.

Корни растут не только в длину, но и в ширину, т. е. утолщаются, потому что между корой и сердцевинной в них располагается зона молодых делящихся клеток — *камбий*. Наружные клетки камбия образуют кору, внутренние — сердцевину (этот механизм мы подробнее рассмотрим ниже).

Иногда корень становится местом отложения питательных веществ, чаще всего крахмала. Такие корни называют *корнеплодами* (репа, морковь, свекла и др.).

Некоторые высшие растения вернулись на свою историческую родину — в воду. Там они снова начали всасывать нужные им ионы всей поверхностью, и корни потеряли значение, кроме якорного. Всем известна ряска. Ее редуцированные пластинчатые стебли порой покрывают сплошным слоем поверхность воды в мелких стоячих водоемах. Корень ее, свисающий в воду, имеет в длину 2—3 мм, а у некоторых видов рясок его нет вообще.

Стебель. На стебле образуется фотосинтезирующий аппарат — листья, а также цветки, плоды и семена. Стебель выполняет важную обязанность — поднять листья как можно выше, чтобы они не затенялись другими растениями. По стеблю идет транспорт воды и нужных ионов из корней в листья и обратный ток образующейся при фотосинтезе органики, в основном углеводов, — из листьев к корням.

Стебли различают травянистые (однолетние, слабо утолщающиеся) и деревянистые (обычно многолетние, утолщающиеся с возрастом). В поперечном сечении они обычно круглые, но могут быть и трехгранными (осока), четырехгранными (шалфей) и многогранными (тыква). Они могут быть прямостоячими, стелющимися (клюква), ползучими укореняющимися (земляника) или стеблями-лианами: вьющимися (хмель, фасоль), цепляющимися за опору усиками (виноград, огурец) или крючками (ежевика). Цепляющиеся крючками за опору стебли у тропических пальм-ротангов вытягиваются до 300 м. Это высота Эйфелевой башни в Париже. Прямостоячие, преодолевающие земное тяготение без посторонней помощи редко достигают и половины этой длины (австралийские эвкалипты — до 150 м), но и это немало — с 50-этажный дом.

Стебель растет, удлиняется, как и корень, конусом нарастания. Снаружи все органы растений покрыты защитными тканями. Молодые стебли, а также листья и цветы покрыты первичной тканью — *кожицей*. Ее называют еще *эпидермой* или *эпидермисом* («наружная кожа», корень тот же, что и в слове «дерматолог»). Это слой из одного ряда уплощенных клеток. Как оболочка скафандра космонавта, эпидерма защищает растение прежде всего от высыхания. Поэтому на ее поверхности часто выделяется жироподобное вещество *кутин* (нечто вроде крема, которым мы смазываем лицо от ветра и солнца) или воск. Восковой налет, стирающийся пальцами, лучше всего

заметен на плодах сливы или терна. У некоторых растений воска так много, что из него делают свечи. Защитная роль и у волосков — выростов клеток эпидермиса.

Иногда волоски выделяют эфирные масла или смолы. Хитро они устроены у крапивы: на многоклеточном основании возвышается одна заостренная клетка с хрупкими стенками, пропитанными кремнеземом. Клетка содержит в основном муравьиную кислоту. Это и «ампула», и «одноразовый шприц» сразу, а для чего такие волоски крапиве — нетрудно догадаться.

Но эпидермис — недостаточная защита для многолетних стеблей. На них образуется вторичная защитная ткань — *пробка*. В ней клетки уже в несколько слоев, они быстро отмирают, и стенки их пропитываются стойким веществом — *суберином*. Именно эти мертвые пустые клетки обнаружил под микроскопом Р. Гук и назвал их *целлюлами* (клеточками). Пробковую ткань образуют все многолетние растения, но лишь у немногих она достигает значительной толщины (например, у пробкового дуба и растущего в Приморье бархатного дерева).

Однако и пробки порой недостаточно для защиты, и возникает третичная защитная ткань из мертвых клеток — *кора*. Даже самые прочные, пропитанные целлюлозой клетки не смогли бы обеспечить необходимую прочность стеблю, порой вытягивающемуся на десятки метров. Обычно стебель стягивают *лубяные волокна (либриформ)*, выполняя роль арматуры в железобетоне. По длине этих волокон рекордсмен китайская крапива — рами (420 мм); у льна они достигают 60 мм, у конопли — 40 мм.

Стебель — дорога с двусторонним движением. Транспорт воды и солей от корней к листьям осуществляют у древних групп растений *трахеиды* — удлинённые (до 4 мм) клетки с одревесневшими стенками. Они соединяются друг с другом порами, содержащее их отмирает, и в живой древесине они заполняются водой. На стенках часто возникают для прочности утолщения в виде колец и спиралей.

Такова проводящая воду система у сосны, ели, можжевельника. У высших растений в дополнение к ней возникают настоящие сосуды длиной до нескольких метров — *трахеи*. Они образуются из многих живых клеток. Один-два года трахеи проводят воду, а затем заполняются запасными веществами или смолами. Все вместе: трахеиды, трахеи, либриформ и прочие клетки — образуют *древесину*, или *ксилему*.

Как же вода поступает из корней вверх? Ведь каких-либо насосов у растений нет. Корни, насыщая воду, создают давление в 2—3 атм. Далее воду тянет сосущая сила, возникающая от испарения воды листьями. А тонкие капиллярные столбики воды в сосудах не разрываются из-за силы сцепления между молекулами воды, достигающей 300 атм. Ток сверху вниз — от листьев к корням — осуществляется по системе живых клеток. Их называют *ситовидными*, потому что их поперечные стенки пронизаны сквозными отверстиями. Ситовидные клетки сопровождаются лубяными волокнами и другими клетками, а все вместе называется *лубом* или *флоэмой*.

Соотношение и расположение ксилемы и флоэмы в стеблях разных растений разное. В самых общих чертах ксилема и флоэма могут располагаться пучками, но у большинства деревьев и ряда трав клетки камбия образуют сплошной цилиндр по периферии стебля. На срезе он выглядит кольцом. Делящиеся клетки этого цилиндра дают снаружи флоэму, перехо-

дующую потом в пробку и омертвевшие клетки коры, а внутри — ксилему. Такие стебли могут утолщаться — в молодом возрасте (как у пальмы) или всю жизнь (как у дуба). Поэтому часто называют пальму стройной, а дуб — могучим.

В центре стебля старые клетки ксилемы могут заполняться смолами и перестают проводить воду. Часто такая мертвая древесина поражается грибами и возникает дупло. Но у многих растений, например у злаков, стебель изначально полый (соломина). Механики хорошо знают, что при равной массе трубчатая конструкция прочнее сплошной.

Стебель — опорная часть фотосинтезирующего аппарата. На нем возникают листья и почки — боковые конусы нарастания, из которых возникают ветви. Все вместе: стебель, ветви и листья, а также цветы и плоды — называется *побегом*. Иногда побеги укорочены (например, у одуванчика или свеклы и моркови в первый год их жизни). Ответвления побегов могут превращаться в усики, как у огурца, например, или винограда, или колючки, как у боярышника.

Иногда побег выполняет функции листа. Зимой на рынках часто торгуют букетиками из побегов, на которых сидят жесткие колючие темно-зеленые «листья», порой с красными ягодами. Это — южное растение иглица, или рускус. «Листья» у нее в самом деле не листья, а листовидно расширенные побеги (на настоящих листьях не образуется цветков, а значит, и плодов). Настоящие листья рускуса превратились в маленькие чешуйки на верхней стороне фальшивых. А у всем известных кактусов, кроме одного рода, листьев на побегах нет вообще, они превратились в колючки.

Широко распространены в мире растений видоизмененные подземные побеги: *корневища*, *луковицы*, *клубни*. У корневища листья превращаются в чешуйки, а само оно служит местом хранения запасных питательных веществ на зиму. Надземные побеги вырастают из почек корневища и отмирают осенью. Многие растения, в частности культурные бессемянные бананы, ирисы, размножают кусками корневищ. У лука стебель недоразвит (донце луковицы), дисковидной формы, от него отходят с одной стороны корни, с другой — сочные сближенные листья с запасными питательными веществами. Всем известны также клубни, например, картофеля или редиса. На картофельном клубне хорошо заметны глазки-почки, из которых вырастают надземные побеги с листьями.

Листья. Листья — фотосинтезирующий аппарат. Обычно это зеленые уплощенные выросты стебля. Листья осуществляют фотосинтез, через них идет также дыхание растений и *транспирация* (испарение воды, без которого был бы невозможен ее подъем от корней).

Форма листьев может быть разная (см. рис. 2). Они могут быть сидячими или прикрепляться к черешкам, простые и сложные; размеры их изменяются от немногих миллиметров (у некоторых мхов) до 22 м в длину и 10—12 м в ширину (у ряда пальм). У листа максимально увеличивается площадь «антенны», принимающей световую энергию. Поэтому на 1 га, например, картофеля общая площадь листьев достигает 40 га, а в тропических лесах встречаются и большие величины.

В наших широтах век листа недолог, как правило, только летний сезон. Все же у брусники, плюща, олеандра лист служит до 3 лет, а длинные

и тонкие листья хвойных (хвоя) — до 15 лет (лишь у лиственницы хвоя опадает каждую осень).

Роль листа противоречива. Он не только поглощает CO_2 и O_2 , но и испаряет воду, причем не настолько, чтобы иссушить растение. Поэтому эпидермис листа, в основном на нижней стороне у горизонтально расположенных листьев, весь пронизан микроскопическими отверстиями между специальными клетками — *устьицами*. Устьиц может быть до 1200 (обычно 100—300) на 1 мм^2 эпидермиса. Через устьица у растения идет газообмен с атмосферой. Замыкающие клетки, образующие устьице, могут изменять форму, в зависимости от этого щель между ними открывается и закрывается. Так растение регулирует расход воды на испарение, транспирацию. Из поглощенной корнями воды лишь 0,2% идет на построение органики, а 99,8% испаряется. Например, растение кукурузы за сезон испаряет 150 кг воды, подсолнух — 200 кг, а в среднем на 1 га испаряется 2000—2500 т. Поэтому при дефиците воды растениям приходится расставаться с листьями. Так, у кактусов газообмен идет через устьица на стеблях, а листья превратились в колючки. В наших широтах с наступлением осени корни при низкой температуре медленно всасывают воду и растения, даже в осеннюю слякоть, испытывают нехватку воды. В результате возник листопад — листья сбрасываются, а на месте отрыва черешков клетки образуют пробковый слой. У южных растений листопад происходит в засушливый сезон.

Под эпидермисом с устьицами располагается средняя часть листа — *мезофилл*. Слагающие его клетки содержат много хлоропластов, в которых идет фотосинтез.

Образующаяся органика транспортируется из листа по сосудистым пучкам, состоящим из ксилемы и флоэмы; по ним же в лист поступает вода. Их называют *жилками листа*. Жилки придают листу прочность. Характер жилкования может быть разный: иногда жилки располагаются параллельно друг другу, как у злаков, или же это линейное или дуговидное жилкование (у расширенных листьев по лучам). Но такие листья легко повреждаются, разрываясь по жилкам. Более прочны листья с сетчатым жилкованием.

Как мы уже знаем, листья могут превращаться в колючки, а также в усики и чешуйки на корневищах. Наиболее причудливое превращение они претерпевают у насекомоядных растений, становясь ловушками для насекомых и прочих мелких животных. Такие растения встречаются обычно на бедных азотом почвах. Они не родственники, и ловчие аппараты у них могут быть устроены по-разному.

Познакомившись с азами устройства высших растений, мы пока не берем во внимание строение цветков и плодов. У рассматриваемых в этой главе растений такие органы размножения не образуются, поэтому их раньше называли тайнобрачными.

Мхи

Мхи, по-видимому, одна из самых древних групп высших растений, наиболее примитивная и другим отделам не родственная. Основная их особенность — оригинальный жизненный цикл. Из предыдущей главы вы помните, что у водорослей широко распространено *чередование поколений: гаметофита и спорофита*. Гаметофит имеет одиночный, гаплоидный генетический аппарат и образует гаметы. Сливаясь, гаметы дают *зиготу*, оплодотворенную яйцеклетку, из которой развивается спорофит, с двойным, диплоидным генетическим аппаратом. На нем образуются снова гаплоидные споры, которые, рассеиваясь, снова дают гаметофитных особей, и т. д.

У всех 30 тыс. видов ныне живущих мхов гаметофит многолетний, а диплоидный спорофит развивается на нем, как бы ведя паразитическое существование. Он превратился в *спорангий* — коробочку на ножке, в которой образуются споры.

Примитивность мхов выражается в том, что у них нет корней (только выросты стебля — *ризоиды*). Проводящая система из трахеид и ситовидных трубок появляется только у самых высших мхов, а у наиболее простых — печеночных мхов еще нет деления на стебель и листья. Гаметофит у них представлен слоевищем, как у водорослей.

На территории нашей страны из печеночных мхов (названных так потому, что их слоевища кому-то напомнили дольки печени) наиболее распространена маршанция (рис. 32). Ее темно-зеленые пластинки, порой до 10 см, часто покрывают сплошным ковром почву, особенно на местах лесных пожарищ. Маршанция раздельнопола: мужские слоевища образуют в особых органах — *антеридиях* сперматозоиды, которые с росой или брызгами дождя попадают на *архегонии* женских слоевищ. Оплодотворенная яйцеклетка прорастает в спорофит — овальную коробочку на короткой ножке. Созревшая коробочка лопается, рассыпая споры.

Женский гаметофит (с архегониями)



Мужской гаметофит (с антеридиями)



Рис. 32. Маршанция

Высшие, листовые или листостебельные мхи уже имеют стебель и листья. Почти половина видов всех мхов относится к порядку *зеленых мхов*. Из них на территории России наиболее обычен кукушкин лен, образующий густые темно-зеленые дерновинки из прямостоящих, неветвистых стеблей, густо покрытых мелкими заостренными листочками. Это — гаметофиты, а спорофиты вырастают на них в виде коробочек на длинных ножках.

Сфагновые, или белые, мхи включают лишь один род — *Sphagnum*, виды которого растут на обширных площадях Евразии и Америки, образуя торфяники, торфяные болота. У этих мхов ризоидов нет, но многочисленные веточки на стеблях образуют что-то вроде фитиля, по которому поднимается вода. Стебли эти многолетние, нижняя часть их отмирает, образуя торф, а на верхушках вырастают шарообразные коробочки спорофитов.

Побеги сфагновых мхов имеют много пустых мертвых клеток, в которых скапливается вода. Сфагнум впитывает воду как губка, в 30 раз больше собственной сухой массы. Обычно сначала под пологом леса вырастают дерновины зеленых мхов, которые при увлажнении вытесняются сфагновыми. Те, в свою очередь, захватывают воду и питательные вещества у деревьев, и лес погибает. Так возникает торфяное болото — аккумулятор влаги. Практически все реки нашего Севера и средней полосы берут начало из этих верховых болот.

Хотя сфагновые растут медленно, они успели образовать мощные слои торфа, используемого как топливо, удобрение и как сырье для химической промышленности. Вода торфяных болот содержит гуминовые кислоты, убивающие микробов. Поэтому торф — хороший антисептик. В торфяниках порой находили почти неразложившиеся тела людей, например римских воинов в латах. Сухой сфагнум при нужде можно использовать вместо ваты как перевязочный материал. Видимо, поэтому сфагновые мхи не поедают никакие травоядные животные и практически они не имеют врагов, кроме человека, осушающего болота.

Плауны

Ныне живущие представители этой группы — лишь жалкие остатки некогда процветавшего класса растений. В каменноугольный период, когда возникали мощные слои каменного угля, среди них встречались огромные деревья — лепидодендроны и сигиллярии, до 30 м высоты и 2 м в диаметре ствола. Из их остатков в значительной мере образовались уголь Донецкого бассейна и прочие угольные бассейны Европы.

Современные плауны — ползучие многолетние травы. Они нередки во влажных хвойных лесах. Их длинные (до 3 м) стелющиеся стебли густо усажены мелкими жесткими листочками. У плаунов уже есть корни, хорошо развиты проводящие пучки из ксилемы, окруженной флоэмой. Но главное их отличие от мхов в жизненном цикле.

У мхов мы видим прежде всего гаметофит и, лишь присмотревшись, замечаем крохотные коробочки спорофита. У плаунов, как и у прочих растений, которые мы будем рассматривать далее, в жизненном цикле преоб-

ладает диплоидная, с двойным генетическим аппаратом стадия — спорофит. На нем образуются парные спороносные колоски, в которых возникают гаплоидные споры. Эти споры содержат много масла и легко, как порох, вспыхивают. Раньше из них делали бенгальские огни для фейерверков и детскую присыпку.

Споры разносятся ветром и в благоприятных условиях в лесной подстилке прорастают в крошечный (2—3 мм) заросток — гаметофит. Он бесцветный, растет под землей, получая питательные вещества от симбиотических грибов. Через 15—20 лет на нем образуются органы, продуцирующие мужские и женские половые клетки (антеридии и архегонии). Когда они соединяются каплей росы или дождя, двужгутиковые сперматозоиды сливаются с яйцеклетками, и вновь возникает диплоидный спорофит. Так замыкается цикл развития.

У южных плауновидных из рода селягинелла (*Selaginella*) спорофит образует два вида спор — крупные (макроспоры), из которых развиваются женские гаметофиты с архегониями, и мелкие (микроспоры), дающие мужские гаметофиты с антеридиями. Этот новый феномен, *разноспоровость*, мы обнаружим дальше, при рассмотрении других высших растений.

Хвощи, или членистые

Маленький (около 25 видов мелких травянистых растений) класс хвощей называют членистыми из-за строения стебля. Стебель у них полый и имеет членистое, коленчатое строение с перегородками в узлах. От узлов отходят мутовки бурых чешуйчатых листьев и боковые побеги (рис. 33). Фотосинтез осуществляется поверхностью зеленого стебля, эпидермис которого пропитан кремнеземом (пучок хвоща — отличный полировочный материал).

В далеком прошлом хвощи, как и плауны, были широко распространены. Каменноугольные хвощи — каламиты достигали 30 м высоты и образовывали обширные леса. Сейчас хвощи — многолетние травы лугов, лесов, полей и болот (некоторые виды — злостные сорняки). Один из южноамериканских видов хвоща вырастает до 12 м, но с каламитами ему не тягаться. Это лишь лазящая по деревьям лиана.

Весной из многолетних корневищ вырастают спороносные побеги. Споры образуются в колосках на их верхушках. Гаплоидные споры внешне неотличимы, но из одних прорастают мужские гаметофиты-заростки, из других — женские.

Вокруг каждой округлой споры закручены две длинные лентовидные пружинки — *элатеры*. Они скручиваются при увлажнении и раскручиваются при высыхании. Элатерами споры сцепляются в рыхлые комки, разносимые ветром. Поэтому раздельнополые заростки всегда растут группами, отчего повышается вероятность оплодотворения. Материал, из которого состоят элатеры, необычайно стойкий, практически вечный: когда споры окаменевшего ископаемого каламита, пролежавшие в каменном угле 300 млн. лет, перевели из соляной кислоты в 50%-ный спирт, их элатеры задвигались и скрутились.

Заростки (гаметофиты) хвощей имеют вид маленьких зеленых пластинок с ризоидами. На одних образуются антеридии, на других — архегонии. Сперматозоиды хвощей многожгутиковые, для оплодотворения необходима капельная вода. Из оплодотворенной яйцеклетки вырастает спорофит.

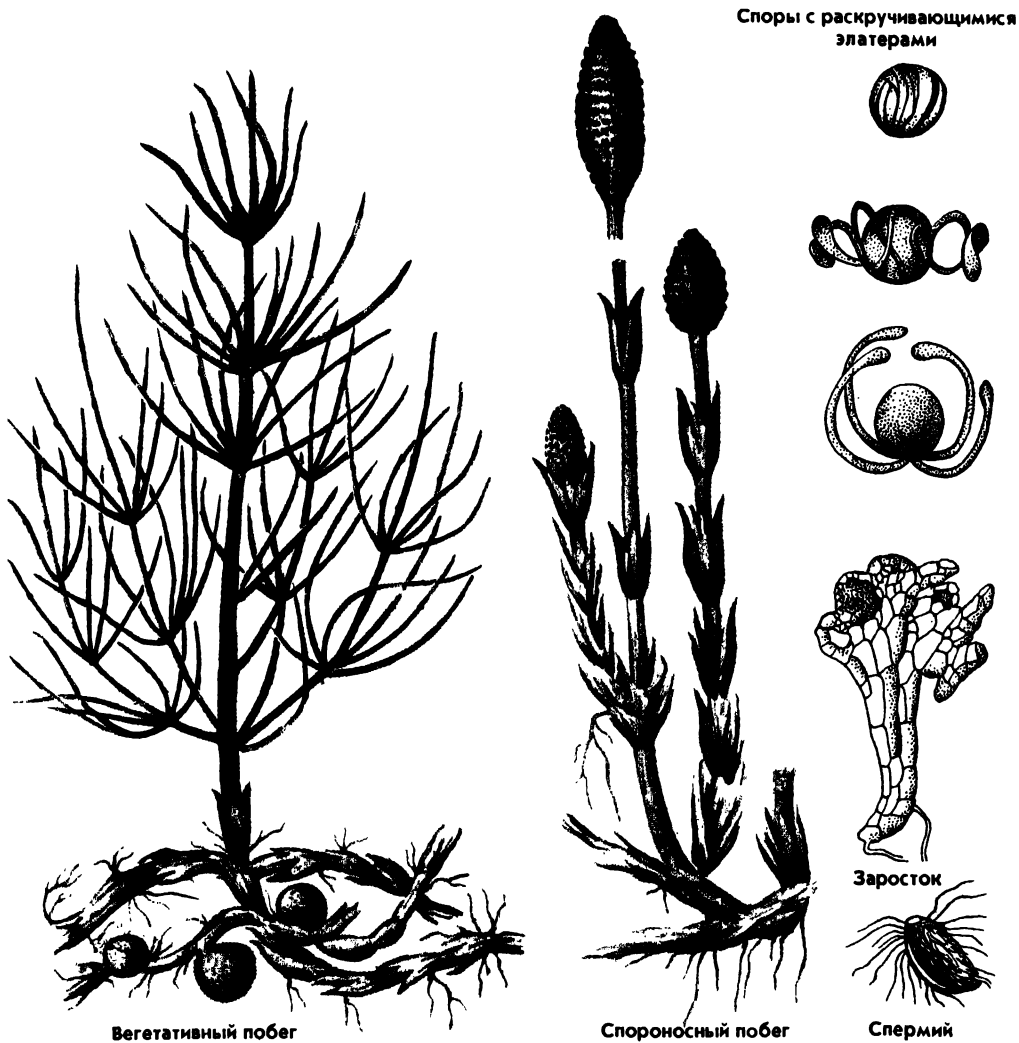


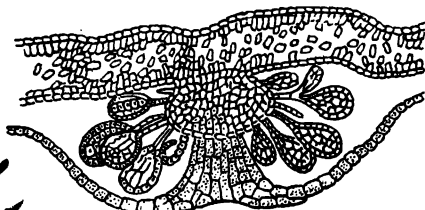
Рис. 33. Хвощ полевой

Папоротники

Как и древние родичи хвощей и плаунов, в каменноугольную эпоху представители класса папоротников образовывали могучие леса. Впоследствии им пришлось в значительной мере уступить. Но и сейчас они распространены широко, особенно во влажных тропиках. Их около 10 тыс. видов. Там встречаются и древовидные папоротники, по размерам (до 20 м) не уступающие древним папоротникам, и травянистые, а также папоротники-лианы.



Лист (вид снизу с группами спорангиев)

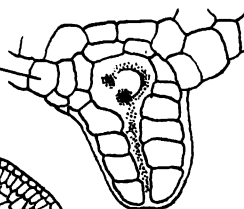


Разрез через группу спорангиев



Общий вид спорофита

археогоний



спермии

антеридии

ризомы



Заросток (гаметофит)

Рассмотрим строение обычного папоротника нашей средней полосы (рис. 34). Это травянистое многолетнее растение с мощным подземным корневищем. В отличие от мелких, чешуйчатых листьев хвощей и плаунов, у них большие, сложно устроенные листья. Их называют *вайями*. Вайи тропических папоротников могут достигать 10 м в длину.

То, что мы называем папоротником, тоже спорофит. Где же у него образуются споры? Если посмотреть на нижнюю сторону листа, можно заметить маленькие округлые образования. Это покрывала, под которыми кучками сидят спорангии. Зрелые гаплоидные споры высыпаются и разносятся ветром.

Из споры вырастает гаметофит — *заросток* в виде зеленой сердцевидной пластинки с ризоидами на нижней стороне, около 1 см в длину. Заростки нетрудно обнаружить в зарослях папоротников на поверхности лесной подстилки.

На нижней стороне заростка имеются ризоиды. Там же образуются антеридии и архегонии. Штопорообразному, с пучком жгутиков на переднем конце сперматозоиду необходима вода (пусть одна капля росы), чтобы доплыть до яйцеклетки. Из оплодотворенной яйцеклетки вырастает мощное растение, на котором (в народных поверьях) в ночь на Ивана Купалу распускается огненный цветок с волшебными свойствами.

Практическое значение современных папоротников невелико. Из корневищ одного из видов — мужского папоротника изготавливают сильное глистогонное средство. Молодые улиткообразно скрученные на конце побеги многих видов съедобны, особенно в соленом виде. В результате самый обыкновенный вид на территории Евразии — папоротник-орляк, в Европе считающийся сорняком в лесопосадках, на Японских островах становится редкостью.

Голосеменные — отдел семенных растений

Общая характеристика голосеменных. Этот отдел, в истории Земли появившийся почти в одно время с плаунами и хвощами и в конце каменноугольной эпохи вытеснивший их, и сейчас процветает. Его самые известные представители — хвойные (ель, сосна, пихта, лиственница) занимают и сейчас огромные территории, и практическое значение их огромно.

Чем вызван такой расцвет? Прежде всего особенностями жизненного цикла. Вспомните, что у мхов спорофит паразитирует на гаметофите. У плаунов, хвощей и папоротников они раздельны, но гаметофит очень сильно редуцирован. Голосеменные сделали следующий шаг: у них редуцированный гаметофит паразитирует на спорофите. Если хотите, голосеменные (да и цветковые растения) — мхи наоборот.

В результате все «тяготы» жизненного пути берет на себя спорофит, диплоидный, с двойным генетическим аппаратом, гораздо более жизнеспособный. Но этого мало. Только у самых примитивных голосеменных яйцеклетку женского гаметофита оплодотворяет подвижный, со жгутиками сперматозоид. У высших мужские гаметы доставляются к женским по специальному образованию — *пыльцевым трубкам*. Поэтому отпадает нужда в капельно-жидкой воде, соединяющей антеридии и архегонии; голосеменные

не нуждаются для оплодотворения во влажном климате и могут населять хотя бы пустыни. И самое главное: голосеменные не рассеивают споры. Оплодотворенная яйцеклетка уже на материнском спорофите делится и образует зародыш нового спорофита, снабженный запасом питательных веществ и прочной кожурой, — *семя*. В частности, такое семя в обиходе называют кедровым орешком. Семя устойчивее, чем одноклеточная спора, к неблагоприятным условиям. Эти семена лежат открыто, прикрываясь иногда только чешуями, отсюда и название — *голосеменные*. У некоторых голосеменных семена покрыты сочной оболочкой и ошибочно называются ягодами. Общеизвестны «ягоды» можжевельника.

Для примера рассмотрим жизненный цикл голосеменного растения — сосны. На территории нашей страны растет несколько ее видов: кроме сосны обыкновенной многие знают сосну сибирскую, или кедровую (у настоящих кедров семена мелкие и несъедобные). Спорофит сосны — мощное, до 40 м дерево, живущее до 200 лет. На 20—30-м году жизни на его годичных побегах весной появляются органы размножения — мужские и женские шишки. *Шишка* — это укороченный побег, от которого по спирали со сближенными витками отходят чешуевидные спорофиллы, под защитой которых развиваются *спорангии*. Сейчас считают, что чешуйки шишек — это видоизмененные вторичные побеги.

В мужской шишке развиваются микроспоры, уже гаплоидные. Они прорастают в спорангии, образуя мужские гаметофиты, называемые *пыльцой*. Мужской гаметофит состоит всего из двух клеток и снабжен двумя воздушными пузырями. Каждое пыльцевое зерно, образно говоря, — «самец» сосны. Созревшие микроспорангии раскрываются, и сосна «пылит»: миллиарды мужских гаметофитов разносятся ветром, так что вода в лесных лужах покрывается желтым налетом.

Женские шишки крупнее мужских, с более крупными и плотными чешуями. Под их защитой развиваются *мегаспорангии*, а в них — *мегаспоры*. Мегаспоры также гаплоидны. Из них под каждой чешуей развивается женский гаметофит, состоящий из *эндосперма* — хранилища питательных веществ для прорастающего семени и двух *архегониев*. Через специальный канал в зачаток гаметофита попадает пыльцевое зерно и хранится там целый год. Лишь на следующее лето пыльца прорастает, образуя длинную пыльцевую трубку, доходящую до архегония. Вторая, генеративная клетка пыльцы делится на два спермия, один из которых сливается с яйцеклеткой какого-либо из архегониев. Оставшийся лишним архегоний отмирает, а диплоидная зигота вместе с гаплоидным эндоспермом образует семя.

Только через полтора года после опыления, к осени, шишки из зеленых становятся бурыми. К концу следующей зимы чешуи их раздвигаются и зрелые семена с крыловидными придатками высыпаются на снег, чтобы прорасти в молодую сосенку весной. Примерно так же размножаются все представители семейства сосновых порядка хвойных (ель, пихта, лиственница). Большинство из них — мощные деревья с ценной древесиной. У нас они составляют более 90% всех лесов. Значение их огромно. Строительная древесина, бумага, картон, скипидар, канифоль и многое другое — все это дары семейства сосновых.

Любопытно, что самое распространенное дерево России не ель, не сосна, а как раз лиственница (в сибирской тайге). К югу наши северные виды заменяются настоящими кедрами (не путать с сибирской кедровой сосной!).

В Северной Америке другие виды хвойных, из которых наиболее примечательна сосна долговечная из Калифорнии (невзрачное, почти карликовое дерево, доживающее до 4844 лет!)

Менее известны у нас представители других хвойных — кипарисовые и тиссовые. К ним относится кипарис — дерево Средиземноморья, декоративное дерево туя, разнообразные можжевельники с сочными сладковатыми семенами (их называют шишкоягодами). В Средней Азии их называют арчой. К кипарисовым относится и одно из самых гигантских растений планеты — секвойя, или мамонтово дерево. По высоте (135 м) оно уступает лишь эвкалиптам, а по толщине ствола — баобабу (12 м). Сюда же относятся любимые японцами и китайцами криптомерии.

Тиссы — деревья и кустарники — на нашей территории растут на юге. У них тоже сладковатые «ягоды», хотя сам тисс (хвоя, побеги и кора) ядовит.

В Южном полушарии (Новой Зеландии, Индонезии, Южной Америке, Австралии) господствуют представители араукариевых: араукарии, каури, агатисы. Это тоже могучие деревья. Их листья часто не похожи на хвою, они еще более жесткие и колючие, настолько, что на ветви араукарий не садятся птицы. Из хвойных это самые древние представители (до 240 млн. лет).

Древние голосеменные. Они не столь известны, как хвойные, весьма разнообразны и не похожи друг на друга. Это — остатки некогда широко распространенных классов и порядков. Высокое стройное дерево гинкго раньше было широко распространено (рис. 35). По лесам из гинкго прогуливались динозавры. Ныне это растение сохранилось только в Японии, Корее и Китае и лишь вторично размножено в парках южных стран (до широты Киева). Оплодотворение у него идет посредством жгутиковых сперматозоидов, а семена с сочной желтой мякотью, похожие на сливы, съедобны и, несмотря на неприятный запах масляной кислоты, высоко ценятся в восточной кухне.

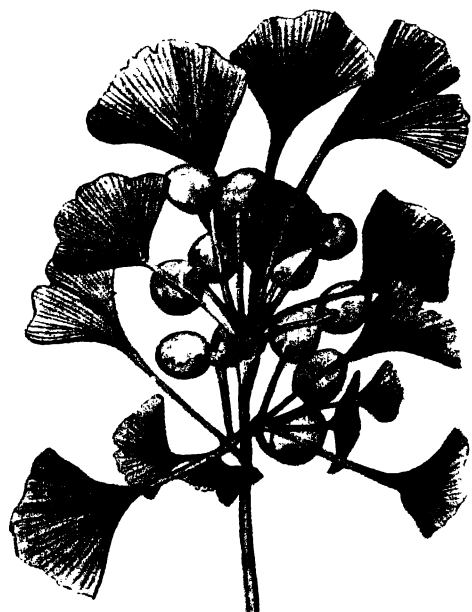
Еще более примечательна вельвичия удивительная из пустыни Намиб в Юго-Западной Африке, где дождь может не выпадать по году. Растение вельвичии напоминает низкий и толстый (до 1,2 м в поперечнике) пенёк, от которого отходят всего два лентовидных листа до 6 м в длину и 1,8 м в ширину. Они нарастают от основания всю жизнь, расщепляясь на ленты. Возраст листа — до 2 тыс. лет и более. На поверхности «пня» появляются веточки с мелкими шишками.

Ее дальние родственники из класса гнетовых: лианы и кустарники тропиков из тропических джунглей и кустарники сухих степей и пустынь Азии, Европы и Америки — эфедры. Эфедры растут и на нашей территории. Внешне они похожи на хвощи, у них такие же чешуевидные листья и зеленые стебли. Из них добывают ценный медицинский препарат эфедрин; сочные оранжево-красные семена съедобны («степная малина», рис. 36).

Следует сказать о представителях класса саговниковых, или цика-



Побег женского растения
с сочными семенами



Побег мужского растения
с сережковидными шишками

Рис. 35. Гинкго



Женский побег Мужской побег

Рис. 36. Эфедрa

довых. Они появились еще в каменноугольном периоде, расцвет их приходится на эпоху динозавров. Их ошибочно порой называют саговыми пальмами. Растут они везде, кроме Европы и Антарктиды, в тропических джунглях, реже в сухих степях и саваннах. Они живые свидетели того времени, когда Африка, Южная Америка и Австралия были единым материком. Внешне это пальмовидные деревья (рис. 37) до 1—7 м (редко до 20 м) в высоту. Иногда наземный стебель не формируется совсем и перистые до 5—6 м листья отходят от корневища. На верхушках стеблей развиваются огромные, иногда метровые разнополюе шишки (по-научному шишки голосеменных называют *стробилами*). Оплодотворение происходит с помощью жгутиковых сперматозоидов,

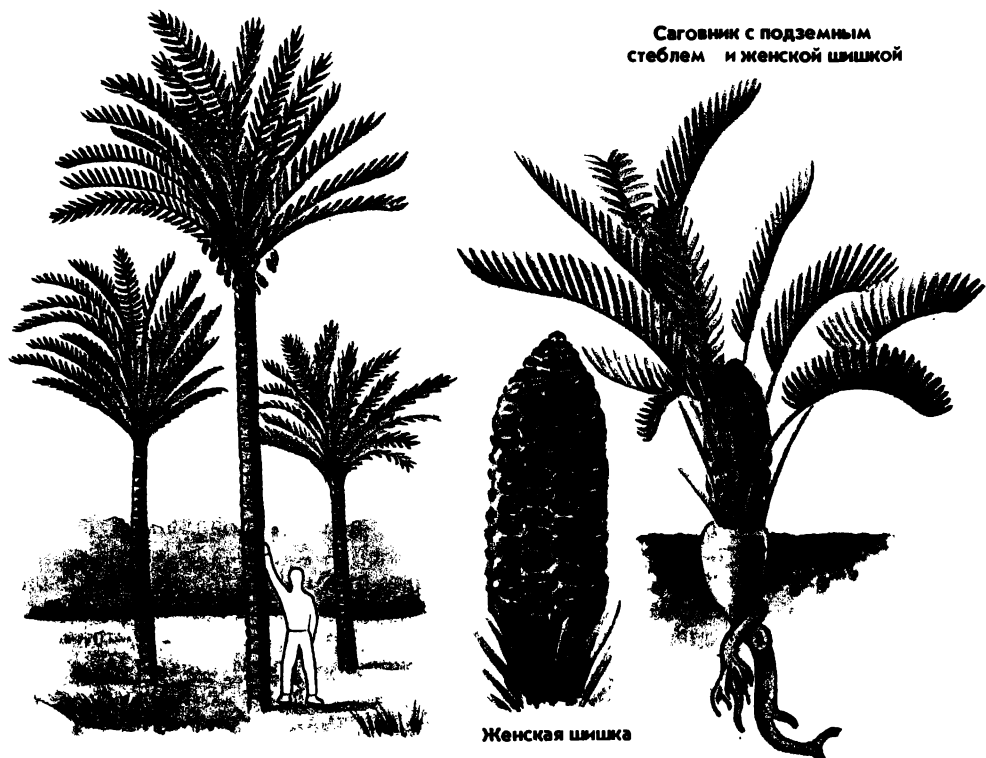


Рис. 37. Саговники

яйцеклетка огромная (до 6 мм). Семена обычно крупные, сочные, съедобные, нередко желтые, красные и оранжевые. У нас один вид выращивают в садах и парках Черноморского побережья. В стволах многих саговников накапливается крахмал, из которого делают ценный продукт — саго (у нас саго изготовляли из картофельного крахмала).

Очень похожие на саговники беннетитовые (названные так в честь ботаника Беннета) не пережили динозавров. Они интересны тем, что у них были обоеполые шишки (точнее, стробилы) с микро- и мегаспорангиями. Полагают, что из похожих стробил развились первые цветки — важнейшие органы размножения цветковых, или покрытосеменных, растений.

ГЛАВА 6. ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ

Отдел покрытосеменных, или цветковых. Основные органы покрытосеменных. Двудольные. Однодольные

ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ, ИЛИ ЦВЕТКОВЫХ

Наиболее высокоразвитый отдел высших растений — покрытосеменные, их называют и цветковыми. Это самый большой отдел, в нем более 390 семейств, около 13 тыс. родов и не менее 240 тыс. видов. Именно покрытосеменные определяют вид флоры всей Земли, они же являются нашими кормильцами. Все важнейшие современные культурные растения: хлебные злаки, овощи, плодовые деревья — образуют цветки и приносят плоды.

Вы уже знаете, что голосеменные размножаются не спорами, а семенами. У покрытосеменных семена защищены: они возникают в завязи, образованной сросшимися плодолистиками. У них же появляется плод, т. е. семена не голые.

Другое отличие этого отдела: у отдаленных предков голосеменных были обоеполые, т. е. имевшие микро- и макроспорангии, стробилы (шишки), из которых развился специализированный орган размножения — цветок, под защитой которого формируются мужские и женские гаметофиты. Мужской гаметофит — *пыльцевое зерно* похож на таковой у голосеменных и состоит всего из двух клеток, одна из которых (генеративная) образует две мужские половые клетки, два спермия. Женский гаметофит еще более упрощен — до *зародышевого мешка*, фактически одной-единственной клетки, в которой ядро разделилось трижды, образовав 8 гаплоидных ядер (у голосеменных женский гаметофит образуется по меньшей мере после 8 делений).

Так как женский гаметофит скрыт завязью, пыльцевое зерно при оплодотворении попадает на специальную поверхность — *рыльце пестика*, через которую прорастает двумя пыльцевыми трубками. Об особенностях оплодотворения покрытосеменных поговорим позже.

Наконец, у покрытосеменных появляются настоящие сосуды — трахеи. Часть трахеид ксилемы у них сливается в длинные проводящие трубки. У ситовидных трубок луба (флоэмы) возникают так называемые *клетки-спутницы*, отсутствующие у голосеменных.

ОСНОВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

Цветок. Цветок — специализированный орган размножения, в котором развиваются семена и плод. Это укороченный побег. Слагающие его части, по одной теории, развитой еще великим немецким поэтом и натуралистом Гёте (1790 г.), возникли из листьев, по другой — из спороносных органов каких-то предков высших растений, еще до стадии голосеменных. Строение цветка нужно рассмотреть подробно, так как на нем со времен Линнея основана вся систематика высших растений (рис. 38).

Начинается цветок с несущей его части стебля — *цветоножки*. Иногда она редуцирована, цветок сидит тогда прямо на стебле — *цветоносе*, как у подорожника.

Части цветка располагаются на *цветоложе*, обычно плоском, но иногда расширенном (земляника) или коническом (малина).

Наружные части — *чашелистики* образуют чашечку (лат. *calyx*, сокращенно *Ca*). Обычно они зеленые, реже иного цвета, изредка срастаются в трубочку, как у гороха (тогда обозначаются *Ca*), или отсутствуют.

За чашечкой расположен *венчик* (лат. *corolla*, *Co*), образуемый лепестками, которые могут быть раздельными (свободнолепестный венчик) или сращенными (спайнолепестный). Если они одинакового размера и формы, цветок называется *актиноморфный* и обозначается *, если разного — цветок *зигоморфный* (как у гороха), обозначается †.

У некоторых растений чашелистики не отличаются от лепестков. Такая совокупность чашечки и венчика обозначается *P* (перигониум, околоцветник).

За околоцветником начинается один или несколько кругов *тычинок* — *микроспорофиллов*, состоящих из тычиночной нити и пыльника, в котором образуется пыльца. Для систематики важно знать число тычинок и кругов, которые они образуют; если их больше 12, то их обозначают знаком бесконечности — ∞ . Иногда тычинки срастаются.

Совокупность тычинок получила название *андроцей* (по-греч. «мужская часть дома», сокращенно *A*).

В центре цветка расположена «женская часть дома» — *гинецей* (*G*). Он состоит из одной или нескольких завязей и имеет соответственно один или несколько пестиков с расширенными верхними частями — рыльцами, на которые налипает пыльца.

У многих (до 25%) растений в цветке не развиваются тычинки или пестики. Такие цветки называются *однополыми* — мужскими и женскими. Их обозначают соответственно ♂ (знак Марса) и ♀ (знак Венеры). Они могут развиваться на одном растении (кукуруза, огурец) или на разных (конопля, тополь). Такие растения называются соответственно *однодомными* и *двудомными*.

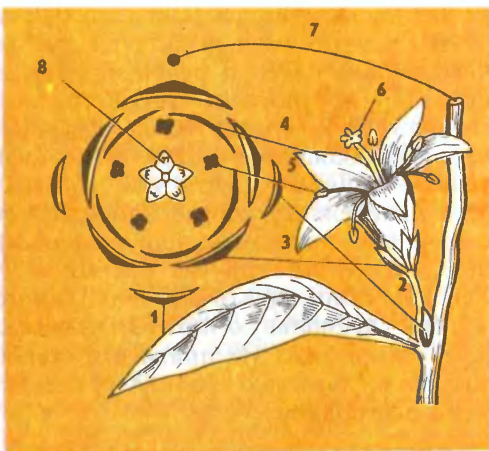


Рис. 38. Диаграмма цветка и сам цветок:

1 — кроющий лист; 2 — мелкие листочки-прицветники; 3 — чашечка; 4 — венчик; 5 — тычинки; 6 — пестик; 7 — стебель; 8 — завязь

Теперь вы можете закодировать строение какого-либо цветка или расшифровать его. Например, формула $* C_5 \overline{C_5} A_5 (G)_2$ означает, что цветок актиноморфный, из 5 чашелистиков, 5 лепестков, 5 тычинок и 2 сросшихся пестиков. Вы видели такие цветки на картофеле.

Ботаники разработали диаграммы строения цветков (см. рис. 38).

Вы знаете, что цветки у разных растений разные. У одних они мелкие, невзрачные, часто с редуцированным околоцветником, но дающие массу сухой, легкой пыльцы. Это ветроопыляемые растения, такие, как рожь и свекла, дуб и береза, тополь и осина. Такие цветы называются *анемофильными* («любящими ветер»). Анемофилия встречалась и у голосеменных (сосна). Считается, что уже у таких растений, как вымершие беннетиты, этот ненадежный способ заменился другим, в первую очередь опылением с помощью насекомых (*энтомофилия*). Первыми опылителями были пыльцеядные жуки и другие насекомые, переползавшие с цветка на цветок. Так как скормливать мужские гаметофиты невыгодно, многие цветки выделяют специальную питательную сладкую жидкость — *нектар*, привлекающую опылителей. Их привлекает также яркая окраска венчиков и часто запах. Один ботаник сравнил яркие краски цветков с зазывающими вывесками ресторанов.

Самый большой цветок в мире — у раффлезии с острова Суматра. Это растение-паразит, его бесцветный стебель прорастает в корнях дикого винограда. Мясистый околоцветник раффлезии мясо-красного цвета достигает 1 м в поперечнике и пахнет гниющим мясом. Опыляется раффлезия падальными мухами; липкие семена разносят муравьи и... слоны на своих подошвах. Некоторые тропические цветы опыляются мелкими птицами (колибри, медососами) и летучими мышами (у баобаба). Пыльцу у водных растений с плавающими цветками иногда разносит вода.

Широко распространено в мире цветов также самоопыление, когда на рыльце пестика может прорасти пыльцевыми трубками собственная пыльца. Обычно *самоопыление* — дополнительный, резервный способ опыления. Описано много способов, к которым прибегают растения, чтобы избежать самоопыления. Простейший из них заключается в том, что пестики созревают в цветке раньше, чем тычинки, так что, когда созревает своя пыльца, опыление уже произошло. Но некоторые виды самоопыляются практически всегда: таковы пшеница, многие фиалки, арахис, горох.

Двойное оплодотворение. Но вот пыльцевое зерно, свое или чужое, попало на рыльце пестика и проросло внутри его пыльцевыми трубками. По ним к зародышевому мешку направились два спермия.

У голосеменных один спермий сливается с яйцеклеткой, образуя зиготу, а оставший погибает. У покрытосеменных второй спермий вместе с двумя ядрами зародышевого мешка образует зачаток *эндосперма* — питательной ткани для будущего зародыша в семени (рис. 39). Это еще одно важнейшее отличие покрыто-



Рис. 39. Двойное оплодотворение в зародышевом мешке гусяного лука:
1 — спермий, сливающийся с ядром яйцеклетки; 2 — два ядра и второй спермий (*сверху*), из которых возникает тройной генетический аппарат зачатка *эндосперма*. Нижние ядра впоследствии рассасываются

семенных от голосеменных. У голосеменных эндосперм (например, то, что мы едим у кедрового орешка) гаплоидный, имеет один генетический аппарат. У покрытосеменных эндосперм триплоидный, с тремя генетическими аппаратами, образующими одно ядро. Этот любопытный механизм открыл в 1898 г. С. Г. Навашин и назвал его *двойным оплодотворением*. Биологический смысл этого явления, по-видимому, в том, что три набора генов быстрее обеспечивают синтез питательных веществ эндосперма. А ведь у некоторых пальм масса его доходит до 10—15 кг в одном семени.

Соцветия. Иногда, как у мака, цветоносный побег заканчивается одним цветком. Но чаще их бывает несколько и они образуют *соцветия*. Строение соцветий — также один из важных признаков растения. Различают соцветия *простые*, образованные одиночными цветками, и *сложные*, образованные мелкими соцветиями. Простые соцветия: кисть (черемуха, смородина), колос (подорожник), початок (колос с толстой остью), щиток (груша), зонтик (вишня, лук), головка (клевер), корзинка (подсолнух). Сложные соцветия: метелка (сложная кисть — сирень, полынь, овес), сложный колос (пшеница, ячмень, рожь), сложный щиток (калина, рябина, тысячелистник), сложный зонтик (укроп, морковь). Это, конечно, самая простая схема. Рассмотрите рисунок и попробуйте определить, чем отличается одно соцветие от другого. Собранные в соцветие цветки, даже если они мелкие, видны издали и привлекают насекомых (например, у моркови или укропа, над которыми всегда толкуются мелкие насекомые-опылители).

Плод. Строение плода — также важнейший признак покрытосеменного растения. Плод развивается из завязи, несущей внутри семязачатки. Если в образовании плода принимает участие и цветоложе, как у огурца, или основания лепестков, тычинок и чашелистиков, как у яблока, плод называется *ложным*. Стенка завязи при созревании становится *околоплодником*. Он может быть *сухим* и *твердым* или *мясистым* и *сочным*, поэтому могут быть сухие и сочные плоды. Если в цветке имеется только один пестик, плод будет *простым* (слива, черемуха), если много — *сложным* (малина). Примеры даны на рисунках.

Различают *простые сухие плоды* вскрывающиеся (они растрескиваются, высыпая семена): сюда относятся боб (горох), стручок (капуста), стручочек (короткий стручок), коробочка (мак), и не вскрывающиеся: это орех (лещина), желудь (плод дуба — тоже орех), орешек (маленький орех — гречиха, липа), семянка (подсолнечник), крылатка (с крылатым придатком — вяз, береза) и зерновка (рожь, пшеница). Так что, засевая поля злаками, мы вносим в почву не семена, а плоды.

У *простых сочных* плодов средний слой околоплодника становится мясистым и сочным. К ним относятся ягоды: виноград, смородина, помидор (ошибки нет, плод томата — ягода). Разновидности ягод — тыква (огурец, арбуз) и померанец (лимон, апельсин). Особая форма — костянка, с одревесневшим внутренним слоем околоплодника (абрикос, вишня, слива и грецкий орех, у которого сочная часть опадает). У яблока, как уже упоминалось, плод ложный. Сложные, образовавшиеся из многопестичных цветков плоды делятся на сходные категории: сложный орешек (лютик), сложная семянка (земляника, у которой сочная часть — разрос-

шееся цветоложе, так что это плод не только сложный, но и ложный) и сложная костянка (малина, ежевика).

У ряда растений плоды, образующиеся в соцветии, сростаются. Возникает *соплодие*. Примеры: клубочек плодиков свеклы из 2—6 орешков, «плод» ананаса.

Распространение семян и плодов. Мы уже привыкли к тому, что легкие, микроскопические споры и пыльца разносятся ветром. Ветром же разносятся семена красивых южных цветов орхидей (их масса не превышает в среднем 0,003 мг). У более крупных и тяжелых развиваются специальные приспособления — «парашютики» семян одуванчика, осота, крылышки для планирования у березы, ольхи, клена. Семена и плоды водных и прибрежных растений часто разносятся водой. Очень часто плоды и семена пристают к шерсти животных и перьям птиц с помощью цепких шипиков и крючков (репейник, череда). Наконец, многие плоды имеют яркие — красный, желтый, оранжевый цвета, они поедаются животными. В наших широтах желуди, орехи и прочие плоды растаскиваются белками, мышами, сойками и другими птицами. Мелкие семена часто разносят муравьи. Оброненное семя прорастает, часто очень далеко от материнского растения. Многие семена не теряют всхожести, даже пройдя через пищеварительный тракт животного или птицы. Более того, у семян калины и рябины, например, всхожесть от этого повышается, так как пищеварительный сок разрушает деревянистую оболочку семени.

И наконец, зрелые плоды некоторых тропических акаций, молочаев и других растрескиваются с такой силой, что семена разлетаются на расстояние до 15 м. У так называемого «бешеного огурца» в плоде развивается высокое давление, вот почему, отрываясь от плодоножки, он прыгает, как ракета, с силой выбрасывая содержимое.

А теперь познакомимся с разнообразием мира цветковых, с его основными группами (классами и подклассами).

ДВУДОЛЬНЫЕ

Подкласс магнолиид

Покрытосеменные делятся на два класса: *двудольные* и *однодольные*. Основное различие между ними — строение зародыша. У двудольных он, как правило, с двумя семядолями и прорастает двумя первыми, семядольными листиками, у однодольных — одним листом. Есть и другие отличия: у двудольных жилкование листьев обычно сетчатое, у однодольных параллельное. Корень двудольных стержневой, с главной осью, однодольных — мочковатый. У двудольных камбий в стволе сохраняется долго, поэтому ствол их может утолщаться всю жизнь, у однодольных нет вторичного утолщения. И наконец, цветок у двудольных в норме пятичленный (число тычинок, пестиков, лепестков равно пяти или кратно пяти), у однодольных — трехчленный.

По мнению большинства ботаников, самые примитивные формы двудольных относятся к подклассу магнолиид. Они сохранили много признаков

общего прародителя цветковых. У многих из них в ксилеме нет сосудов (трахей), как у голосеменных, лепестки и тычинки в цветках располагаются не кругами, а по спирали, как чешуйки в шишках голосеменных. На островах Фиджи ботаники открыли «живое ископаемое» — дегенерию. Это можно сравнить с открытием живого динозавра. Дегенерия — стройное высокое дерево; самое замечательное в нем, что зародыш его не двудольный, а трех-четыrehдольный. Это память о древнейших временах, когда число семядолей у цветковых еще не установилось.

В южных городах нашей страны растут довольно крупные, цветущие роскошными цветами с одуряющим запахом дерева магнолии (рис. 40). Из всех магнолиид это самые древние (у крупноцветковой магнолии зародыш изредка бывает даже с тремя семядолями). В диком состоянии они растут в Южной Азии, в Центральной Америке и на востоке Северной. Их разводят в парках, некоторые дают ценную древесину.

Большинство магнолиид растут в тропиках и субтропиках, например мускатный орех, аноны (черимойи). В садах средней полосы России широко расселился китайский лимонник — лиана, дающая целебные ягоды с запахом лимона. Все знают листья лавра, используемые как пряность. Этот южный кустарник тоже из магнолиид. Все знают кувшинку (нимфею), часто неправильно называемую водяной лилией. Ее снежно-белые цветы и широкие листья плавают на поверхности воды озер и тихих речных заводей. У близкого рода — кубышки цветы желтые. Все кувшинковые — водные корневищные травы.

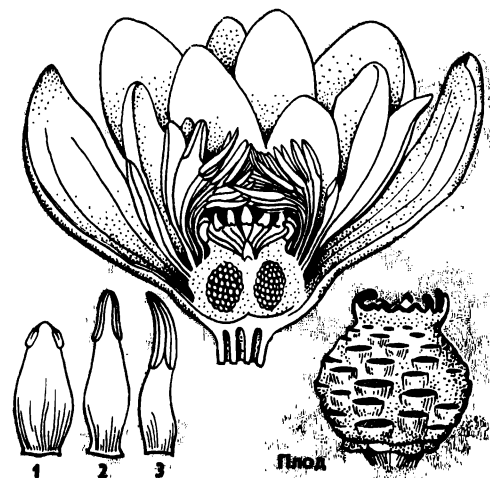


Рис. 40. Разрез через цветок белой кувшинки (магнолииды):

1, 2, 3 — переходы от лепестка к тычинке

У тропических кувшинок могут быть и голубые, синие, красные и лиловые цветы. Самая знаменитая кувшинка — южноамериканская виктория с реки Амазонки. Ее плавающие листья достигают 2 м в поперечнике и выдерживают груз в 35 кг; цветок она всего два дня, меняя окраску цветка за это время от белой до ярко-красной.

В Древнем Египте один из видов кувшинки с ярко-голубыми цветками считался священным и назывался лотосом. Но теперь лотосом называют другое, близкое к кувшинкам растение, также почитавшееся в Китае, Индии и Японии. Его роскошные, до 30 см, ярко-розовые цветы и листья не плавают на поверхности, а поднимаются над ней. Раньше лотос был распространен по всей Евразии и Северной Америке. Теперь у нас он сохранился лишь в низовьях Волги, Куры и на Дальнем Востоке. Семена и корневища кувшинок и лотоса съедобны. Поэтому в Юго-Восточной Азии лотос иногда разводят на рисовых полях.



Рис. 41. Лютик ползучий — один из обычных наших сорняков:
справа — разрез через цветок;
слева — диаграмма цветка

Подкласс ранункулид (лютиковидных)

Все видели ярко-желтые цветы какого-либо вида лютика (у нас в России их около 160). Формула их цветка $Ca_5Co_5A \infty G \infty$. Элементы чашечки и венчика расположены уже кругами, а многочисленные тычинки и пестики еще спирально (рис. 41). У некоторых лютиковых цветки неправильные, как у дельфиниума, аконита, водосбора. Практически все лютиковые ядовиты, иногда используются как лекарственные (например, адонис). Многие из них за красоту выращиваются в садах и на клумбах — это пионы, водосбор, аконит, ломонос (клематис).

К лютиковидным относятся и кустарники, и маленькие деревья барбарисы, а также семейство маковых. Всем известен мак снотворный, млечный сок которого содержит алкалоиды, в том числе опаснейший наркотик морфин. Из семян его выжимают ценное маковое масло. Формула цветка $Ca_2Co A \infty G (\infty)$. Другие виды маков ценятся за красоту.

Подкласс гамамелидид (гамамелиевидных)

Гамамелидиды — это большая группа, именуется она по родовому названию гамамелисов (Gamamelis) — небольших деревьев и кустарников Восточной Азии и восточной части Северной Америки. Цветки гамамелисов, хотя и мелкие, опыляются насекомыми (мухами, пчелами, бабочками). Но вообще в этом подклассе наблюдается явный сдвиг в сторону ветроопыления: цветки у растений становятся мелкими, незаметными, с редуцированным околоцветником и обильной пылью (рис. 42).

Многие гамамелидиды — большие деревья, издавна ценимые человеком за красоту и ценную древесину. Таковы платаны наших южных городов (воспетая Лермонтовым чинара — тоже один из видов платана). У них цветки мужские или женские, однополые. На юге же в парках можно встретить вечнозеленый кустарник самшит с «железной» древесиной.

К тому же подклассу относятся ильмы (у нас их называют вязами и карагачами), тутовник или шелковица, листьями которой кормят «шелковичных червей», т. е. гусениц шелкопряда, а сладкие и сочные

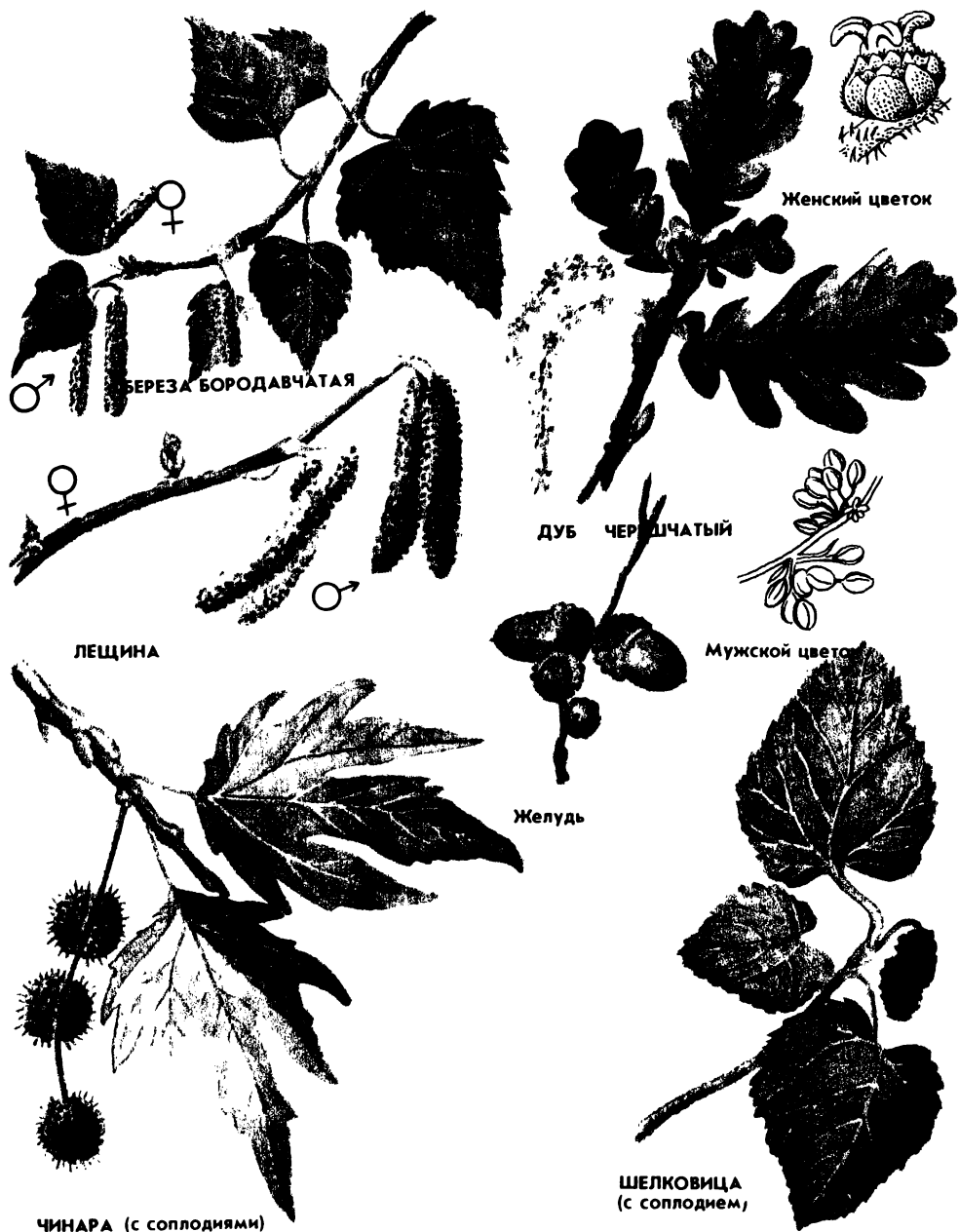


Рис. 42. Гамамелиды

соплодия употребляют в пищу. Родственники шелковицы — фикусы, сморокница (инжир) и тропическое хлебное дерево, у которых едят мякоть соплодий. Некоторые из них имеют млечный сок — съедобный или ядовитый, как у дерева анчар, воспетого Пушкиным. Этим соком действительно отравляли стрелы, но растет анчар не в пустыне, а в тропическом лесу.

Другие гаммелидиды — травы: конопля, вьющийся хмель и крапива.

Очень важен порядок (ботанический синоним отряда) буковых. Это в основном деревья с мелкими однодомными цветками, собранными в колоски или сережки, плоды у них — односеменные орехи. К этому порядку относятся бук, каштан, дуб; береза, ольха, лесной орех — лещина. Приведем для примера формулы цветков дуба:

$$\sigma P_{(6-8)} A_{6-10} G_0 \quad \text{♀} P_{3+3} A_0 G_3$$

Другой порядок — ореховые, к которому относится всем известный грецкий орех, плод которого не орех (как у лещины), а костянка.

Подкласс кариофиллид (гвоздичниковидных)

Большинство растений из этого подкласса — травы, редко кустарники и небольшие деревья (в тропиках). Хорошо известна гвоздика; ее близкие родственники — злостные сорняки: куколь, торица, звездчатка, или мокрица. Близкое семейство маревых также важно в практическом отношении. Большинство маревых — обитатели сухих степей и пустынь. Это солянка (солеросы) и древовидный саксаул, некоторые сорняки (марь, лебеда). На зелень разводят шпинат, широко употребляют в пищу маревое растение свеклу ($P_5 A_5 G_{(2+5)}$). Человек вывел сорта свеклы лиственной, у которой едят листья, и корнеплодной: кормовой, столовой и сахарной — это основное сахарное растение средних широт. Родоначальником всех сортов культурной свеклы была дикая морская свекла, и до сих пор растущая на пляжах Западной Европы.

Другой порядок гвоздичниковидных — гречишные. К ним относятся гречиха ($P_5 A_{5+3\psi} G_3$), 4 тыс. лет назад окультуренная в Гималайских горах и нашедшая у нас вторую родину, щавель и ревень.

Наконец, американское семейство кактусовых, многочисленные виды которого любители разводят на подоконниках, тоже относится к этому подклассу. Большинство кактусов — жители пустынь и сухих нагорий, где они достигают 12 м высоты.

Подкласс дилленид (диллениевидных)

К этой огромной группе, названной по самым примитивным представителям диллениям — вечнозеленым деревьям, лианам и кустарникам тропиков, относятся разнообразнейшие растения. Трудно дать характеристику даже подклассу: если цветки диллений спиральным расположением чашелистиков, многочисленными тычинками и пестиками напоминают магнолии, то уж собранные в сережки цветки ивы ничего общего с ними не

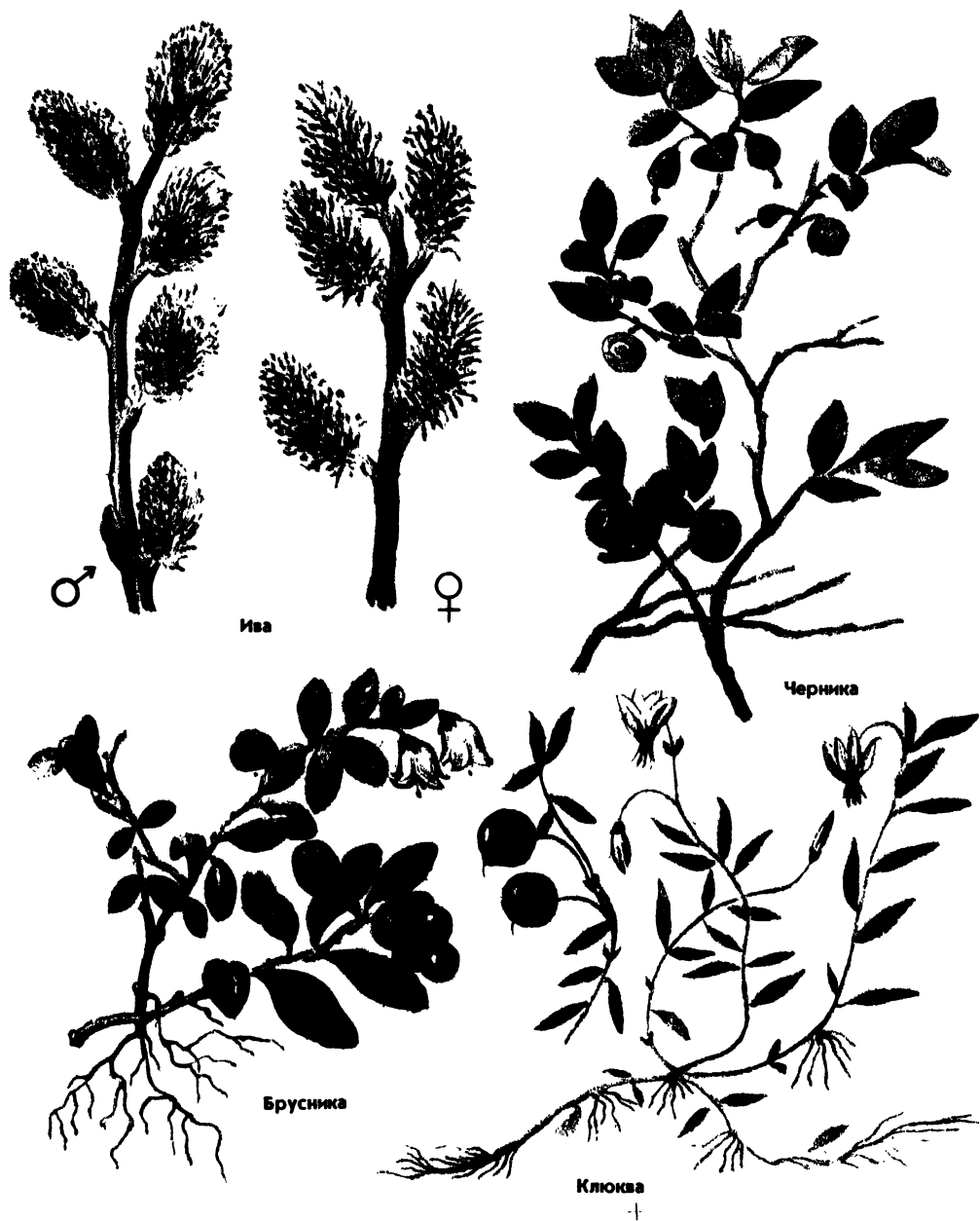


Рис. 43. Разнообразие диллениид.

Вверху и слева — цветущая ива с мужскими и женскими сережками; *справа и внизу* — вересковые

имеют. Но все порядки и семейства, собранные в этот подкласс, связаны постепенными переходами (рис. 43).

Всем хорошо известен пион: тысячи сортов этих красивых цветов выращивают садоводы. Родом он из Китая; близкий дикорастущий вид марьян корень применяется в медицине (именно им, «малшкиным корнем», отравились с голоду гусары Дениса Давыдова из романа Л Толстого «Война и мир»). Более известен чай й. Дикий чай — средних размеров вечнозеленое дерево горных лесов Юго-Восточной Азии. В культуре он от непрерывной стрижки превращается в кустарник. Цветки чая крупные, ароматные, похожие на цветки его близких родичей камелий; плод — коробочка.

Широко известно семейство тыквенных. Это ползучие травы и лианы с однополыми цветами; плод — разновидность ягоды — тыква. Наиболее известны тыквы, кабачки и патиссоны из Южной Америки, огурец родом из Индии, арбуз из пустынь Африки и азиатские дыни.

О разнообразии диллениевидных можно судить хотя бы по тому, что к ним относятся красивые цветы бегонии, примулы и цикламены, пустынные деревца и кустарники тамариски и многое другое. Об одном семействе надо сказать подробнее. Это крестоцветные (их называют еще капустными). Название семейство получило за расположение крестом чашелистиков и лепестков (формула $Ca_4Co_4A_{2+4}G_{(2)}$). Цветки — белые, желтые или лиловые, собраны в кисти; плод — стручок, раскрывающийся двумя створками. Характерный признак семейства — наличие в тканях особых гликозидов, в которых молекула сахара присоединяется не через атом кислорода, а через атом серы. Это и придает всем крестоцветным специфичный «капusto-редечный» вкус, наиболее выраженный у хрена и горчицы.

Обычно крестоцветные — травы, цветущие на втором году. Наиболее известна капуста, одомашненная в Средиземноморье. Этот вид оказался удивительно изменчивым. Получены сорта листовые, наиболее распространенные в Китае и Японии, кочанные (в пищу идут сильно разросшиеся почки), а также брюссельская (с мелкими кочанчиками в пазухах листьев), кольраби (с разросшейся кочерыжкой) и цветная (с недоразвитыми цветками и мясистыми цветоножками, рис. 44). К этому же роду относятся репа и брюква. Широко распространены и такие овощи, как редька и ее разновидности: редис, хрен, горчица, катран. Из семян некоторых крестоцветных (сурепка, та же горчица, рапс, рыжик) получают ценное масло. Известны также красивые цветы левкоя, лакфиоли, вечерницы. Но многие крестоцветные — вредные сорняки (пастушья сумка, ярутка, гулявники).

К порядку ивовых относятся многочисленные ивы и тополя — деревья, реже кустарники, с однополыми мелкими цветками, собранными в сережки. Околоцветника у них нет или он редуцирован (можно заключить отсюда, что они опыляются ветром, хотя соцветия раннецветущих ив охотно посещают вылетевшие после зимовки пчелы). Мелкие семена, высыпавшиеся из растрескивающихся коробочек, снабжены хохолком и также разносятся ветром. Древесина быстрорастущих тополей и осин из того же рода высоко ценится, ивы и тополя широко используют для озеленения, закрепления песков и берегов водоемов. Из гибких ветвей ив плетут корзины, а из коры добывают ценное лекарство — салициловую кислоту (от лат. «саликс» — ива).



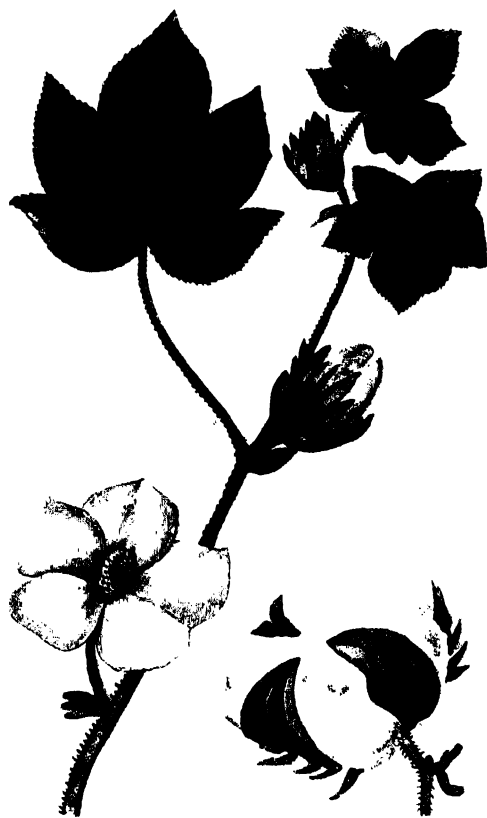
Рис. 44. Некоторые сорта капусты:

черно-белым схематически изображены цветок с удаленными лепестками и чашелистиками и диаграмма цветка

К порядку вересковых (название мелкого кустарника вереска, покрывающего пустоши светло-фиолетовыми мелкими цветами) относится семейство актинидиевых, из которых наиболее известны актинидии — лианы с вкусными ягодами. В Южной Европе широко распространен новый фрукт киви, выведенный в Новой Зеландии из дикой китайской актинидии. В близком семействе вересковых свыше 3 тыс. видов. Это кустар-



ШОКОЛАДНОЕ ДЕРЕВО



ХЛОПЧАТНИК

Цветущий побег и коробочка

Рис. 45. Южные родичи липы.

В разрезе плода шоколадного дерева видны какао-бобы. Обратите внимание на то, что цветки и плоды сидят прямо на стволе. Это явление (*каулифлория*) распространено у тропических растений. В наших широтах так цветет и плодоносит лишь раннецветущий ядовитый кустарник волчье лыко

ники, реже травы, на юге — деревья с мелкими кожистыми, иногда вечнозелеными листьями. У большинства цветок построен по формуле Ca_5Co_5 $A_{10}G_5$, лепестки часто срастаются. Цветы обычно изобилюют нектаром и опыляются насекомыми; плод — коробочка, ягода или костянка. Вересковые любят кислые почвы.

В лесах средней полосы России, вплоть до тундры, широко распространены вересковые: черника, голубика, брусника и клюква. Кавказский вид черники растет небольшим, до 3 м, деревцем. Хорошо известны рододендроны — деревья и кустарники с красивыми цветками.

Издавна «на вес золота» ценился эбен, или черное железное дерево, из тропиков. К нему близка хурма: на Кавказе и в Средней Азии разводят хурму обыкновенную и японскую. В диком виде здесь растет хурма кавказская, плоды которой также съедобны. Но в общем этот порядок тропический.

Лучше всех известны представители порядка липовых. Кроме дерева липы к этому порядку относятся тропическое шоколадное дерево, из семян которого делают шоколад и какао, и дерево кола (изготавливают напитки «кока-кола» и «пепси-кола»), а также баобаб. Но наиболее важен представитель семейства мальвовых — хлопчатник ($Ca_{5+(5)}Co_5A \infty G_{(5)}$), в плодах-коробочках которого содержатся маслянистые семена с длинными (до 60 мм) волосками из чистой клетчатки. Более половины тканей, изготавливаемых во всем мире, — хлопчатобумажные. К хлопчатнику близки мальвы с красивыми цветами («китайские розы», или штокрозы, рис. 45).

Подкласс розид (розовидных)

Розиды, как и диллениды (от примитивных представителей которых они, вероятно, произошли), — подкласс очень разнообразный. Самый примитивный порядок розид — камнеломковые. В него входят многочисленные деревья, кустарники, травы. У нас известно семейство крыжовниковых, включающее много видов смородины и крыжовника. Красную и черную смородину и многочисленные сорта крыжовника разводят из-за вкусных и содержащих много витамина С ягод. К тому же порядку относятся насекомоядные растения росянка, венерина мухоловка и альдрованда.

Более важен порядок розоцветных, а в нем — семейство того же названия. Это деревья, кустарники и травы, разделяемые на четыре подсемейства.

Подсемейство спирейных — кустарники и многолетние травы. К нему относится декоративный кустарник спирея. В подсемействе розовых, или шиповниковых, состоит «царица цветов» — роза с многочисленными дикими родителями — шиповниками, дающими витаминные плоды — сборные орешки, окруженные мясистым разрастанием цветоложа. Сюда же входит земляника (так называемая садовая клубника — помесь двух видов земляники: чилийской и виргинской), а также малина, ежевика, костяника, морошка, княженика. «Ягоды» их (на самом деле сборные, или сложные, семянки и костянки) широко используются в пищу.

В другое подсемейство — яблоневых входят яблоня, груша, рябина, айва, кизильник (не кизил!), мушмула, боярышник. Формула цветка яблони считается типичной для семейства ($Ca_5Co_5A_{20}G_{(5)}$), плод у яблоневых так и называется — яблоко.

И наконец — подсемейство сливовых (плод — костянка). Это — вишня, черешня, абрикос, персик, миндаль, черемуха и, конечно, слива — гибрид терна и алычи. Не буду распространяться о качестве их плодов, скажу лишь, что если крестоцветные господствуют в наших огородах, то розоцветные — в садах.

Из разнообразных представителей порядка бобовых рассмотрим лишь семейство бобовых (или мотыльковых). У бобовых цветок неправильный (зигоморфный), хорошо приспособленный для опыления насекомыми. Его формула $Ca_5Co_{1,2(2)}A_{(5+4),1}G_1$, причем венчик очень характерен. Два нижних лепестка образуют как бы лодочку, в которой лежат, как весла, основания тычинок, они так и называются: два средних, по бокам, — *веслами*, верхний, закрывающий цветок, — *парусом* или *флагом* (рис. 46). Иногда,

РАЗРЕЗ ЦВЕТКА



Тычинки



Пестик



Лепестки цветка
(парус, весла, лодочка)



Семя (горошина),
разделенное на семядоли



Цветок

Побег с цветками и плодами

как у цветков клевера, лепестки сростаются в трубку. У большинства видов клевера эти трубки длинные, и хоботки пчел не достают до нектара. Поэтому обычно клевер опыляют шмели с более длинными хоботками.

Большинство бобовых имеют на корнях клубеньки, образованные симбиотическими азотфиксирующими бактериями. Вследствие этого они не только нуждаются в азотных удобрениях, но и обогащают почву азотом. Листья у них сложные, плод — боб. Бобовые — деревья, кустарники и травы. Тропические бобовые — порой могучие, до 80 м, деревья. У нас известны мимозы и акации. Но 17 тыс. видов бобовых распространены от Арктики до антарктических островов. Многие стали ценными пищевыми и кормовыми растениями: ведь белки их семян близки по составу к животным и содержат много незаменимых аминокислот.

Наиболее известны во множестве сортов горох и бобы. Эти культуры разводят с древности. На юге их отчасти вытесняют фасоль, чечевица, а также соя. В соевых семенах 45% белка и 27% масла; в Китае из них делают молоко, сыр, муку, конфеты и многое другое. На юге также популярен земляной орех, или арахис. Его отцветающие завязи силой удлиняющейся цветоножки втыкаются в землю, где и созревают бобы с семенами, содержащими до 50% превосходного жирного масла.

Не менее важны для сельского хозяйства кормовые бобовые, дающие лучшее сено. Это клевера (луговой, шведский и белый), цветки которых собраны в головчатые соцветия, вика, эспарцет, донник, чина. На юге, в засушливых районах, они вытесняются люцерной. Есть среди бобовых и лекарственные (солодка, термопсис, кассия), декоративные (акации, душистый горошек, люпины). Древовидные тропические бобовые дают ценную древесину.

К порядку миртовых относится уроженец Средиземноморья — гранат, плод которого содержит до 14% витамина С. Наиболее известны разнообразные эвкалипты, из Австралии распространенные человеком по всему свету. Эвкалипты быстро растут и дают хорошую древесину. На Черноморском побережье Кавказа их растет около 30 видов, там же растет близкое к ним маленькое дерево фейхоа с вкусными кисло-сладкими ягодами. По воле систематики в том же порядке оказалось семейство кипрейных, один из видов которого — кипрей, или иван-чай, в изобилии растет у нас на пустошах.

Широко распространены представители порядка рутовых. Это субтропические или тропические вечнозеленые деревья, кустарники и лианы, очень редко травы. Их листья изобилуют мелкими, видными на просвет железками, выделяющими эфирные масла. У ясенца, растущего в Крыму и Средней Азии, этих масел выделяется так много, что в жаркий безветренный день воздух вокруг его кустика вспыхивает голубым пламенем от поднесенной спички (сам кустик остается невредимым, отсюда и второе название, взятое из Библии, — неопалимая купина). Пары масел ядовиты и обжигают кожу. Цветки рутовых крупные, опыляются насекомыми ($Ca_{4-5}Co_{4-5}A_{10} - \infty G_{(5-8)}$). Плоды сухие или сочные.

Более известны сочные ягодообразные плоды лимона, апельсина, мандарина. Граница их распространения проходит по Черноморскому побережью Кавказа. Это уроженцы Юго-Восточной Азии. Южнее набор цитрусовых значительно богаче: там выращивают горькие апельсины (померанцы) и бергамоты (для получения душистых эфирных масел), помпельмусы и по-

хожие на них грейпфруты, цитроны, сладкие лимоны (лаймы), кинканы — все во множестве сортов.

• К порядку гераниевых относятся разнообразные герани, часто произрастающие на подоконниках (но герани растут и в лесах средней полосы). Туда же относятся бальзамины (недотроги) и настурции. Важнейшее растение порядка — лен (его видовое название переводится с латыни как «наипольнейший»). Эта однолетняя трава с голубыми цветками ($Ca_5Co_5A_5G_{(5)}$), одомашненная еще в глубокой древности, лучшее волокнистое и маслянистое растение для наших средних широт.

Важнейшее семейство порядка аралиевых — зонтичные (теперь их называют сельдерейные). Их мелкие цветки собраны в сложные зонтики ($Ca_{0-5}Co_5A_5G_{(2)}$). Обычно это травы с полыми стеблями, плод — двусемянка. Практически только один вид зонтичных стал пищевым — морковь. Но зонтичные богаты пахучими эфирными маслами, и многие из них возде-

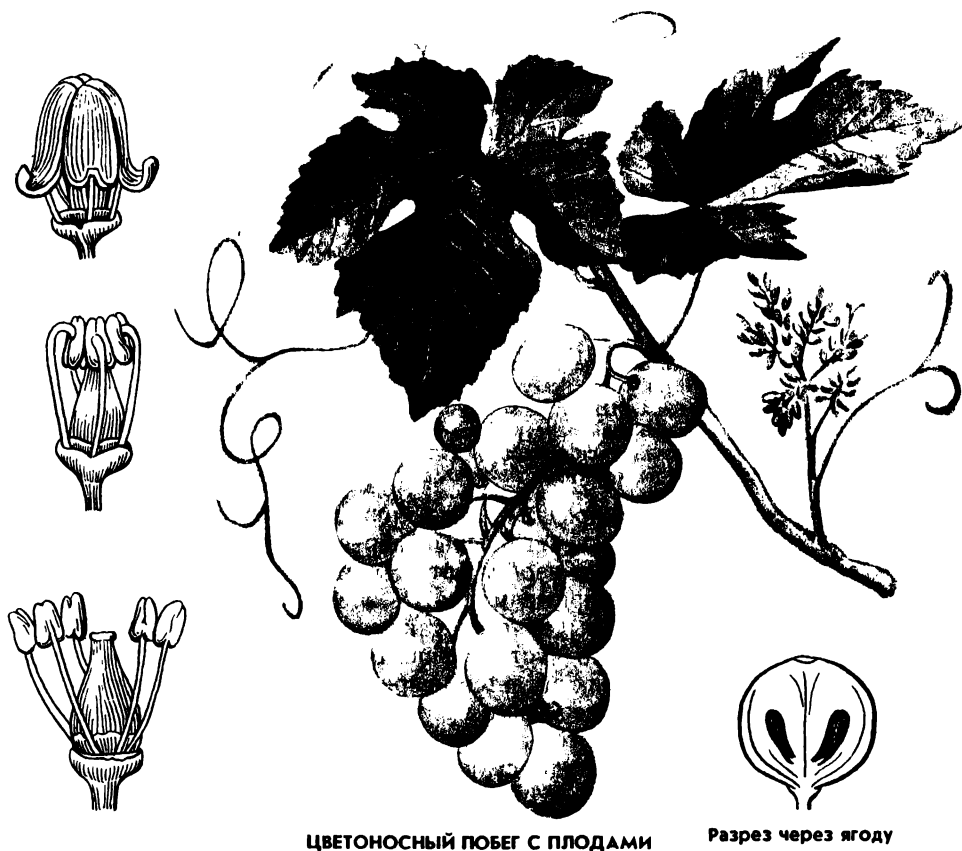


Рис. 47. Виноград.

Слева (сверху вниз) — распускающийся цветок сбрасывает венчик; распустившийся цветок

лываются как пряности (укроп, петрушка, кориандр (кинза), тмин, пастернак, сельдерей, фенхель). Некоторые смертельно ядовиты (например, болиголов крапчатый и вех, или цикута, которой был отравлен Сократ).

Болиголов можно спутать со съедобной травой снытью, но он пахнет мышами, сок его жгучий и на поверхности стебля мелкие красноватые пятнышки. Близкое семейство аралиевых — деревья, кустарники и лианы, реже травы. К ним относятся плющ и целебные дальневосточные растения: аралия, элеутерококк (свободноплодник), заманиха и знаменитый корень жизни — жень-шень.

В этом подклассе еще немало порядков, куда входят разнообразные растения: кустарник средней полосы бересклет и паразитическая омела, крушина и облепиха. Но на одном растении нужно остановиться. С незапамятных времен в Средиземноморье разводится виноград — лиана с деревянистым стеблем ($Ca_5Co_5A_5G_{(2)}$). В тропиках и субтропиках обитают около 700 видов его родственников — в основном лианы, редко кустарники и небольшие деревья (рис. 47). Ягоды винограда, из которых делают вино и изюм, общеизвестны. За 7 тыс. лет виноградары вывели свыше 5 тыс. сортов этого растения. Сейчас из близкого порядка и семейства лоховых успешно одомашнивается облепиха, известная оранжевыми витаминными ягодами (вернее, костянками), имеющими запах ананаса.

Подкласс астерид (астровидных)

Астериды — самый крупный (свыше 65 тыс. видов) подкласс двудольных и самый прогрессивный. Представители его наиболее древних порядков: деревья, кустарники и травы — особенно широко представлены в южных странах. Среди них упомянем семейство мареновых, к которому относятся хинное и кофейное деревья, семейство кутровых (олеандр) и горечавковых. В особый порядок выделяют ясень, маслину, жасмин и сирень. Маслину из-за ее костянок, дающих ценное оливковое масло, разводят в Средиземноморье не менее 5 тыс. лет. Упомянем еще семейство жимолостных, куда относятся жимолость, бузина и калина, и семейство валериановых (вспомните «валерьянку» — настой из корневищ валерианы лекарственной).

К порядку синюховых относятся всем известные вьюнки. Один из видов — батат («сладкий картофель») стал важнейшим пищевым растением во многих тропических странах. Хорошо известны губоцветные (их еще называют яснотковыми — по весьма распространенному роду). Это обычно травы с четырехгранным стеблем и неправильными цветами, у которых венчик сростается в трубку с двугубым зевом (рис. 48). Губоцветные изобилуют ароматическими эфирными маслами, применяемыми в парфюмерии, пищевой промышленности и в медицине (розмарин, мята, лаванда, шалфей, майоран, пустырник).

Но куда более важен для человека порядок норичниковых, к которому относится семейство пасленовых. Это кустарники, редко небольшие деревья, чаще травы; формула цветка $Ca_5Co_{(5)}A_5G_{(2)}$; плод — ягода или коробочка. К роду паслен кроме сорняка-паслена относится всем известный картофель — «второй хлеб» (в XVI в. он был вывезен к нам с побережья Чили). Внедряться картошка очень трудно, но теперь невозможно представить жизнь без ее крахмалистых клубней. Все паслены, и картофель в том числе, ядовиты из-за алкалоида соланина (к счастью, он разрушается при нагревании). К тому же роду относится баклажан, родом из Индии.

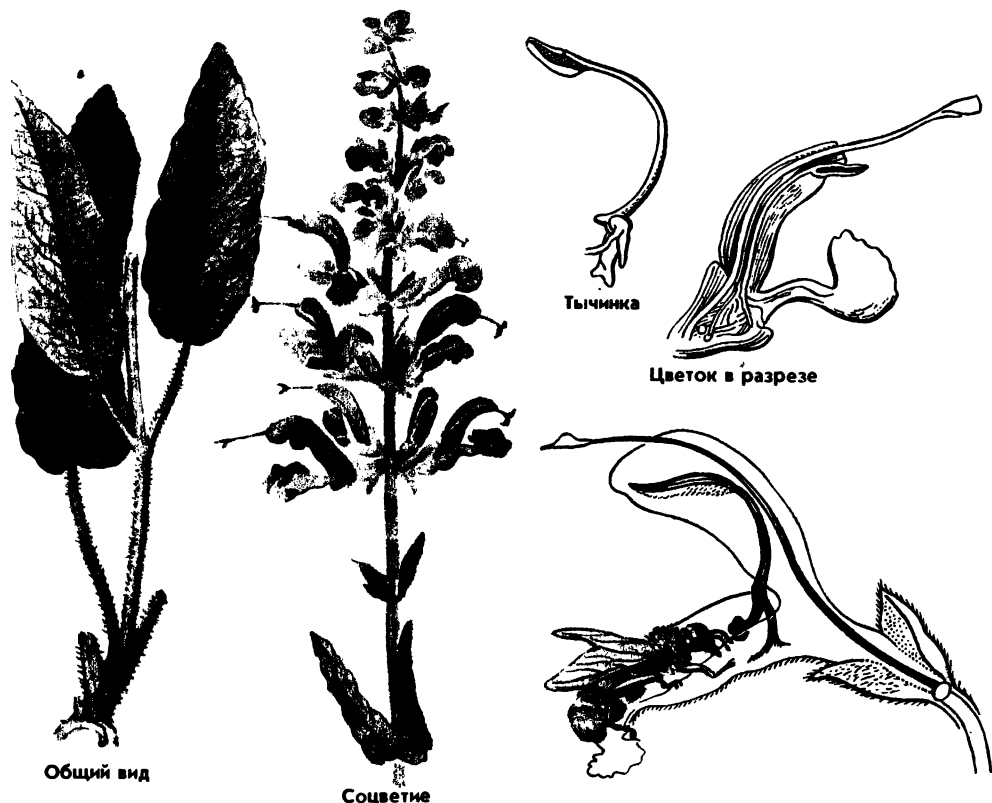


Рис. 48. Представитель губоцветных — шалфей луговой.

Внизу — схема опыления: насекомое лбом толкает тычинку, и доступ к нектару открывается лишь тогда, когда рычаг тычинки качнется и пыльник коснется его спины

Не менее известен томат, или помидор, и красный перец со жгучими или сладкими плодами, также родом из Южной Америки. Многие пасленовые содержат сильные яды, иногда используемые в медицине (белладонна, или красавка, белена, дурман). К тому же семейству относится табак (два вида — настоящий и махорка), сушеные листья которого курят, жуют и нюхают практически во всем мире. Душистый табак и петунии — широко распространенные растения цветников.

Родичи пасленовых разнообразны: это и сорняки погребок и льнянка, львиный зев и паразитирующая на многих растениях заразиха, и всем известный подорожник, и, наконец, колокольчики.

Главный порядок подкласса астровидных — астровые, или сложноцветные. 20 тыс. видов сложноцветных расселены по земному шару везде, где возможно существование высших растений. Как правило, это многолетние травы с соцветиями в виде корзинок. Корзинка сама по себе

напоминает цветок, так тесно прилегают друг к другу мелкие одиночные цветки со сросстнолепестными венчиками. Всего известно пять типов цветков астровых (рис. 49). В корзинке могут быть только язычковые цветки (одуванчик), внутренние трубчатые и краевые ложноязычковые (подсолнечник, ромашка) и т. д. Корзинки могут быть от 60 см (у некоторых сортов подсолнуха) до 2 мм у полыни, порой они сами образуют соцветия (у тысячелистника, полыни). Плод сложноцветных — семянка, часто с хохолком или парашютиком, облегчающим разнос ветром (например, одуванчик).

Еще одна особенность астровых: в их корневищах откладывается не крахмал (полимер глюкозы), а инулин (полимер фруктозы), рекомендуемый диабетикам. Кроме астровых инулин встречается только у колокольчиковых.

На лугу, в степи, на пустыре нельзя сделать и одного шага, чтобы не встретить сложноцветное растение — одуванчик или мать-и-мачеху, ястребинку или полынь. Многие стали злостными корневищными сорняками: таковы бодяк, осот, чертополох, василек и множество других. Полезных, важных в сельском хозяйстве растений среди сложноцветных нет, за одним исключением. Еще в XVI в. из Мексики в Европу завезли подсолнечник и долго его использовали как декоративное растение. Лишь в 30-х годах прошлого века крепостной граф Шереметев Д. И. Бокарев догадался, что из подсолнечных семян можно получать прекрасное пищевое масло. Теперь подсолнух как масличное растение вытеснил лен и коноплю, получены сорта, в семенах которых содержится до 50% масла.

Менее известен близкий родич подсолнечника — топинамбур, или земляная груша, возделываемый ради съедобных клубней и как кормовое растение. В пищу употребляют также зелень и незрелые соцветия ряда видов (салат-латук, артишок). Многие сложноцветные используют в медицине: ромашка, календула (ноготки), пижма, ряд видов полыней, тысячелистник, мать-и-мачеха, лопух, маралий корень и др. И конечно, все знают и любят декоративные сложноцветные растения: астры и хризантемы, георгины (даллии) и циннии, бархатцы (тагетес) и садовые васильки и ромашки.

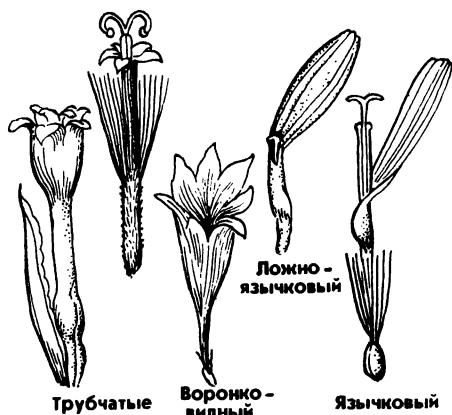


Рис. 49. Типы цветков астровых (сложноцветных)

Класс однодольных

Класс однодольных объединяет 64 тыс. видов, представленных деревьями, кустарниками, но чаще всего это однолетние и многолетние травы. Большинство их характеризуется трехчленным околоцветником, мочковатым корнем без центрального стержня и параллельным жилкованием листьев

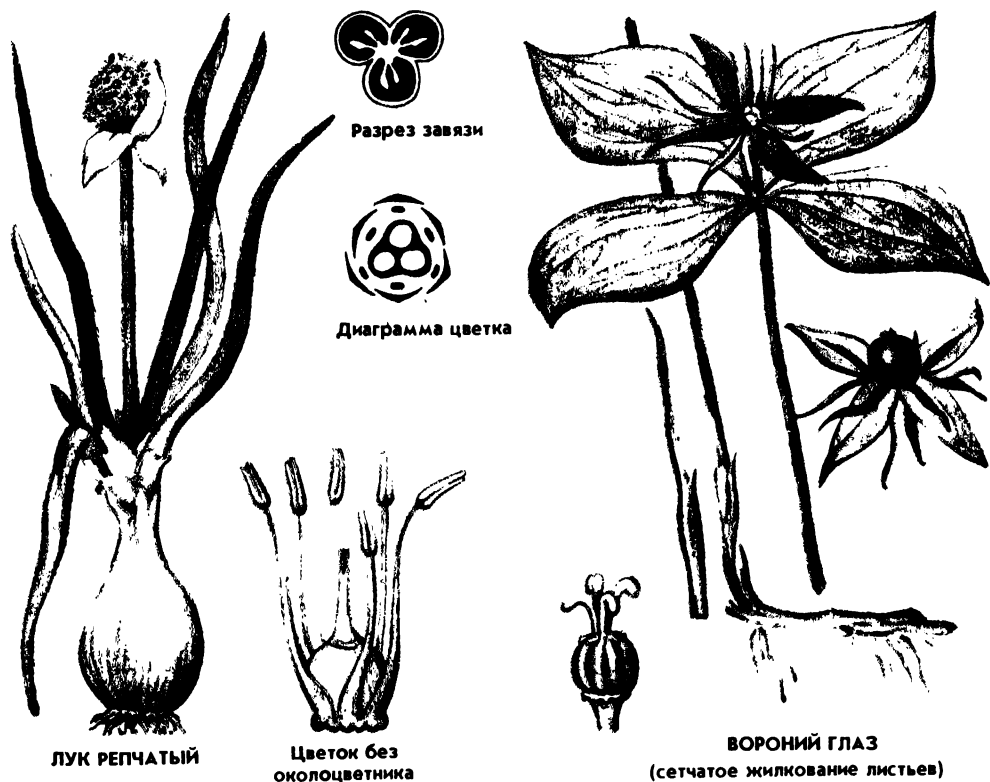


Рис. 50. Представители лилейных

(рис. 50). Есть и исключения. Например, у обыкновенного в наших смешанных лесах вороньего глаза (неввысокой травы с сильно ядовитой черной ягодой наверху) и ряда других жилкование листьев сетчатое.

Наиболее примитивными среди однодольных считаются представители небольшого подкласса алисматид, или частуховидных (всего 475 видов). Это обычно водные, болотные и прибрежные травы. Многие из них хорошо известны, такие, как сусак, рдесты, стрелолист, частуха, элодея, ситник. Некоторые из них ушли в море, что для высших растений редкость. Морские травы — зостера и посидония образуют на глубинах до 30 м настоящие подводные луга, конкурируя с водорослями.

Рассмотрим прежде всего самый большой подкласс однодольных — лилиид (лилиевидных), имеющий огромное значение для человека.

Подкласс лилиид (лилиевидных)

Он назван так по центральному порядку лилейных и одноименному семейству. Лилейные — обычно луковичные травы, многие из которых из-за роскошных цветов разводят в цветниках ($P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$). К ним отно-

сятся не только лилии, но и рябчики, тюльпаны, гиацинты. Высоко ценятся различные виды лука: лук репчатый, порей (многочисленные дикие представители), а также чеснок и медвежий лук — черемша. Зелень луков изобилует витаминами и содержит летучие масла, содержащие серу. Они и обуславливают всем известный луково-чесночный вкус и запах. Эти масла сильно бактерицидны. Ценность лука как пищевого и лекарственного продукта люди оценили минимум 6 тыс. лет назад.

К порядку лилейных относятся и красивые нарциссы и амариллисы, а также формиум — «новозеландский лен», листовые волокна которого на разрыв прочнее стали (на лист формиума можно повесить свыше 400 кг груза, и он не порвется). Известны также юкки, агавы и алоэ, один из видов которого разводят на подоконниках под названием столетника (на родине, в Южной Америке, он растет деревом и цветет каждый год). К семейству спаржевых, у которых плод не коробочка, как у лилий, а ягода, относятся всеми любимыми ландыш, а также иглика ключая и ценящаяся за съедобные побеги спаржа. Хорошо известны также дикие и окультуренные ирисы (они же касатики), крокус (шафран).

Второй порядок лилиевидных — орхидные. В него входит лишь одно семейство, но включает оно до 35 тыс. видов. Орхидные знамениты удивительно разнообразными цветами, многие из которых отличаются необычайной красотой.

Орхидные — космополиты, но большинство их обитает в тропиках. Это многолетние корневищные травы. В наших широтах их немного: такова любка («ночная фиалка»), пестрые ятрышники и венерины башмачки (рис. 51). Все они нуждаются в защите и включены в Красную книгу. Как правило, орхидеи растут в симбиозе с грибами, образующими микоризу. Без помощи грибов не могут прорасти их микроскопические семена. (Сейчас их проращивают на питательной среде, но и в наше время разведение орхидей — «высший пилотаж» цветоводства.)

Цветы орхидных построены по типичному для лилейных трехчленному типу, но средний лепесток часто образует так называемую губу, часто с разнообразными выростами для накопления нектара. Гычинка чаще одна и объединяется с рыльцем в колонку. Пыльцевые зерна орхидных нерассыпчатые: они склеены в комочки — *поллинии*. Цветы их долговечны и могут не увядать неделями и месяцами, пока не будут опылены.

Дело в том, что орхидные дальше всех растений пошли по пути опыления насекомыми, реже — тропическими птицами. Их цветы — сложные приспособления, гарантирующие опыление: порой строго определенным видом пчелы или бабочки. На рисунке 51 изображены способы опыления цветков всего двух видов орхидных. (Кроме них существуют еще не менее 35 тыс. способов, и все разнообразные.)

Еще великий английский натуралист Ч. Дарвин написал книгу о цветах орхидей, немало удивившую современников. Например, он предсказал, что одна малайская орхидея должна опыляться бабочкой с хоботком длиной не менее 20–25 см (иначе она не достанет нектара). Дарвину не поверили: лишь через 30 лет в тех краях открыли бабочку, свернутый в спираль хоботок которой достигает 22,5 см. Ее назвали «предсказанной».

Кроме формы и яркой окраски, орхидеи приманивают насекомых сильным ароматом или наоборот, запахом падали, если опыляются мухами. Особенно распространен запах ванили. У мексиканской лиановидной ванили ванилина так много, что ее сушеные коробочки используют как пряность во всем мире.

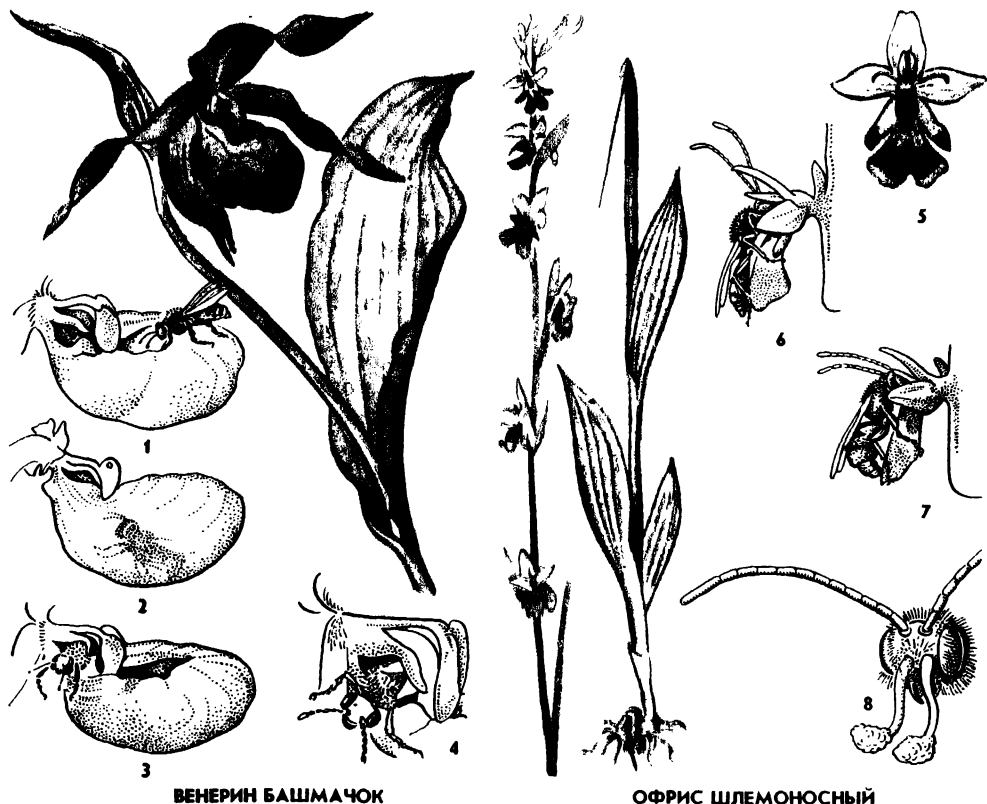


Рис. 51. Опыление орхидей:

1 — насекомое пролезает внутрь губы; 2 — насекомое ползет к отверстию у пыльника; 3 — насекомое вылезает из цветка; 4 — насекомое вылезло с комком пыльцы на спинке; 5 — цветок, похожий на осу (и пахнущий так же); 6 — самец осы пытается спариться с цветком, принимая его за самку; 7 — в это время к голове самца приклеиваются два поллиниярия; 8 — голова насекомого с приклеившимися поллинияриями

Из 2100 видов близкого к орхидным порядка бромелиевых — жителей американских тропиков широко известен, хотя бы по рисункам, ананас. Его сочные душистые соплодия еще спутникам Магеллана напомнили по виду сосновые шишки (отсюда и английское название — *pine apple*). Как и ванилла, этот невысокий кустарник сейчас разводится в тропиках по всему свету. Соплодия культурного ананаса бессемянны, но легко размножаются укоренением срезанной с макушки розетки листьев.

Другой путь эволюции цветка — опыление ветром — избрали представители других важных порядков лилиевидных — осоки и злаки. 4 тыс. видов порядка осоковых распространены по всему земному шару, от тундр до пустынь, большинство предпочитает влажные места. Обычно это многолетние корневищные травы, в основном с трехгранными стеблями и жесткими, часто с режущими краями, листьями. Околоцветник осок редуцирован до

незаметных чешуек и щетинок, тычинок обычно три, рыльцев 2—3. Мелкие, невзрачные цветки часто разнополые, плод — орешек.

Лишь немногие осоки вторично перешли на опыление цветков насекомыми. У американской дихромены (рис. 52) головчатые соцветия на верхушках стеблей окружены широкими кроющими листьями, похожими на белые лепестки. Но эти лепестки ложные, настоящие превратились в щетины.

Осоки — важные пастбищные растения. Они же слагают растительность низинных болот. Один из видов — циперус, или папирус, достигает 4—5 м высоты; в свое время он был важным элементом культуры Древнего Египта. Из него делали писчий материал, похожий на бумагу (отсюда англ. *paper* и нем. *Papier*). Древние египтяне вязали из стеблей папируса легкие лодки и даже большие суда. В наше время Тур Хейердал переплыл на папирусных ладьях «Ра-1» и «Ра-2» Атлантику и совершил на ладье «Тигрис» плавание по Индийскому океану.

В наших широтах в тихих реках, заводях, озерах широко распространен камыш озерный. Все вы наверняка видали его заросли из темно-зеленых безлистных стеблей. Хотя он ниже папируса (до 2,5 м), из него в старину тоже вязали челноки.

Но значение осоковых не сравнить с важностью для человека другого порядка — злаковых (или, как их теперь называют по одному из родов, мятликовых). Это основные кормильцы человечества.

10 тыс. видов злаков распространены повсеместно. Именно они слагают травяной покров на лугах, в степях и саваннах. Это — травы, однолетние или многолетние, корневищные, с членистыми, чаще всего полыми стеблями (соломинами) и длинными линейчатыми листьями. У тропических и субтропических бамбуков соломины одревесневают и вытягиваются до 30—40 м в высоту, причем растут со скоростью до 1 м в сутки. Наши злаки такими высокими не бывают, хотя обыкновенный тростник, который иногда путают с камышом, вырастает свыше 3 м, а его южный родственник арундо — до 5 м.

Опыляемые ветром мелкие и невзрачные цветки злаков собраны в соцветия — *колоски*, а те в свою очередь образуют сложные колосья, метелки и кисти. Околоцветники злаков редуцированы, иногда, как у кукурузы, цветы раздельнополы. Сухой односемянный плод злаков называется *зерновкой*, лишь у некоторых бамбуков он ягודовидный.

Из трех важнейших подсемейств злаковых наиболее примитивные бамбуковидные имеют важное значение лишь в тропиках и субтропиках. Там из бамбуков строят дома, делают мебель, бумагу, водопроводные трубы и чуть ли не всю домашнюю утварь, а молодые побеги едят. Для нас важнее подсемейство мятликовидных, у которых сложное соцветие образуется в виде колоса (пшеница, рожь), метелки (овес) или султана (тимopheевка). Это важнейшие пищевые и кормовые злаки.

Род пшениц — двулетние (озимые) или однолетние (яровые) травы, многие из видов которых окультурены еще в каменном веке. Сейчас преобладает пшеница мягкая, с полый соломиной и мучнистыми зерновками и пшеница твердая, с неполым стеблем и зерновками стекловидными, богатыми белком. Из сорняка пшеницы мягкой — дикой ржи человек бессознательно вывел при распространении земледелия на север рожь, наиболее важную



ОСОКА ЮЖНОАМЕРИКАНСКАЯ
(ДИХРОМЕНА)

Рис. 52. Осоковые..

В правом углу рисунка папирусный свиток

для нашей страны (у нас более 50% мировых посевов). Так же из вредного сорняка овсюга еще в древности получили овес, продукты из которого имеют не только кормовое и пищевое, но и диетическое значение.

Уже 9 тыс. лет люди, начиная с восточного Средиземноморья, выращивают ячмень, дающий не только перловую и ячневую крупу и муку, но и солод для пивоваренной промышленности. К тому же подсемейству относятся ценные кормовые злаки: овсяница, костер, райграсс, ежа, тимофеевка, лихосовост, дающие прекрасное сено, и злостные сорняки вроде пырея. Можно сказать, что, не будь злаков — и полеводство, и животноводство были бы совсем иными.

Другое подсемейство — просовидные. У этих злаков сложные соцветия — метелки, реже початки. 60% населения Земли питаются не хлебом, а рисом (в основном Китай, Япония, Корея, Индия, Индонезия). Этот злак как нельзя лучше приспособлен к условиям муссонного климата с дождевыми сезонами, поскольку поля под ним должны затапливаться водой.

Не менее важный для человечества злак — кукуруза, или маис, введенный в культуру индейцами Центральной Америки 5 тыс. лет назад. Соцветия кукурузы разнополюсы — метелка мужских цветков венчает стебель, а женские початки расположены в пазухах листьев. Дикого предка кукурузы, по-видимому, не сохранилось. Кроме пищевого маис имеет важное кормовое значение (идет на комбикорма и силос).

К древнейшим выращиваемым человеком злакам относится также просо. Из проса посевного готовят пшеничную кашу. Это один из наиболее засухоустойчивых злаков. В Южной и Восточной Азии, Африке просо замещается близкими видами — могаром, или чумизой, и сорго.

Последний (но не из последних) представитель семейства просовидных — сахарный тростник, дающий более половины мирового производства сахара (сахарозы). Родом он из Индии. У тростника используют не плоды-зерновки, а сок сердцевины стебля.

Как видите, все существование человечества неразрывно связано с представителями семейства злаковых. Они определяют лицо земной цивилизации.

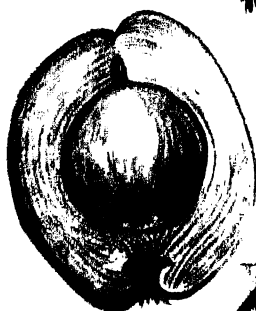
Небольшой порядок имбирных включает тропические травы, иногда гигантские, с характерными листьями (от центральной жилки отходят параллельные). Цветы часто несимметричные и причудливые. Как пряные и лекарственные растения используют имбирь, кардамон (эти растения среди других пряностей послужили причиной путешествий Васко да Гама, Магеллана и Колумба), в оранжевых выращивают красивые канны и стрелиции. Но наиболее известны бананы — гигантские травы с ложным древесным стеблем, образованным основаниями черешков листьев. Огромные соцветия бананов опыляются летучими мышами. Плоды бананов — удлиненные плоды, у культурных форм бессемянные (они размножаются кусками корневищ). Если для нас бананы — лакомство, то в тропиках это важнейшая сельскохозяйственная культура (урожай свыше 24 млн т в год) со многими сортами, которые используют не только как фрукты, но и как овощи.

Подкласс арецид (пальмовидных)

Арециды включают в себя травы, кустарники, лианы и деревья. Для них, как и для злаков, характерна редукция, исчезновение околоцветника. Невзрачные цветки собираются в крупные, сложные соцветия, обычно с кроющим листом.



ФИНИКОВАЯ ПАЛЬМА



Разрез ореха

КОКОСОВАЯ ПАЛЬМА



Орехи

ПАЛЬМА СЕЙШЕЛЬСКАЯ



Мужское соцветие



Женское соцветие

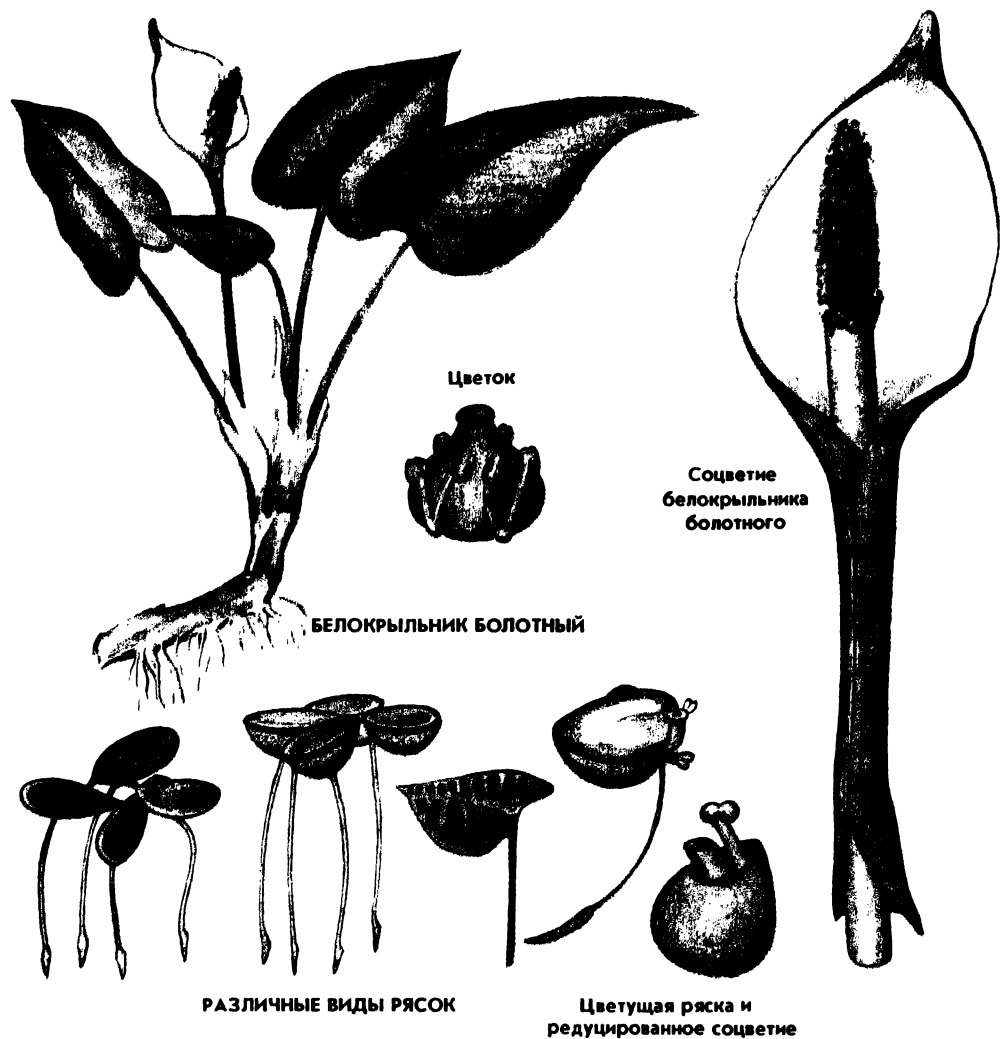


Рис. 54. Аронниковые и рясковые

Пальмы большинству из нас известны по чахлым экземплярам, растущим в кадках. Но в тропиках и субтропиках известно около 3 тыс. видов; некоторые из них столь же важны для местного земледелия, как в наших широтах — злаки. Такова финиковая пальма Северной Африки и Аравии, кокосовая пальма тропических океанских побережий, пальмира, из сока которой делают пальмовое вино, южноазиатская сахарная пальма, саговая пальма (не путать с саговником!), масличная пальма и многие другие (рис. 53).

Пальм им принадлежит немало «ботанических рекордов»: у представителей этого семейства самые большие листья (свыше 25 м), самые большие соцветия (до 9 м), самые большие плоды — костянки (у сейшельской пальмы до 18 кг, созревают они 7—10 лет). Цветки, хотя и мелкие, невзрачные (обычно $C_3 + C_4$ G_1), опыляются насекомыми.

В наших широтах широко распространен рогоз, или чакан, из порядка рогозовых. Его часто путают с камышом или тростником. Отличается он темными «бархатными» колбасками; увенчивающими стебель. Это початки из тесно расположенных плодов с волосистыми летучками.

В порядке аронниковых два семейства. Семейство ароидных состоит из наземных и болотных многолетних трав с очень характерными цветками, собранными в початки, часто с ярким кроющим листом (рис. 54). Вы, наверное, видели красивые цветы каллы. Похожие соцветия у таро-крахмалистого корнеплода из Южной Азии, разводимого сейчас во всей тропической зоне.

Второе семейство порядка — рясковые — самые маленькие, менее 1 см, цветковые растения. Они на цветковые растения не похожи — тело их напоминает слоевище водорослей. Глядя на крошечные их пластинки, порой сплошным слоем покрывающие поверхность стоячей воды, никто и не подумает, что ряски — отдаленные родственники царственных пальм. Цветет ряска крайне редко (для средней полосы России с 1814 до 1967 г. известны лишь 25 находок). Микроскопические соцветия рясок с 2—3 мужскими и одним женским цветками видели лишь немногие ботаники. Но строение их типично для арецид и свидетельствует о том, что ряски — родные братья ароидных и двояродные братья пальм. Таковы причуды мира растений.

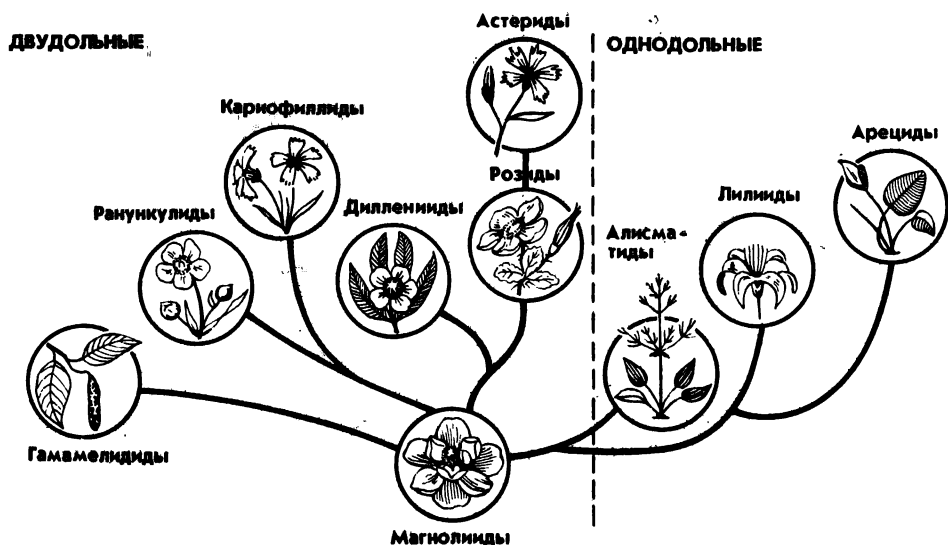


Рис. 55. Родственные связи подклассов двудольных и однодольных цветковых растений

На этом закончим обзор разнообразия флоры. Можно усмотреть в нем закономерности. Уже у папоротников, с развитием корней, листьев и связывающей их проводящей системы, сложился удачный механизм обмена с окружающей средой. Дальше историческое развитие шло по пути усовершенствования размножения. Гаметофит стал хорошо защищенной частью спорофита, возник цветок, спора заменилась семенем, потом семена оказались защищенными стенками плода. И самое главное: в конце концов деревья были побеждены травами. Недаром большинство доживших до наших дней папоротников, хвои и плауны — травы. И среди цветковых по массе и разнообразию злаки, осоки, сложноцветные преобладают над могучими дубами и пальмами. Причина понятна: травы растут и созревают быстрее, им на эволюцию было отпущено больше времени, потому они и оказались вездесущими и неистребимыми.

В заключение рассмотрим схему родственных отношений подклассов цветковых растений (рис. 55).

ГЛАВА 7. ЖИВОТНЫЕ, СОСТОЯЩИЕ ИЗ ОДНОЙ КЛЕТКИ

Царство животных — простейшие. Тип корнежгутиковых. Тип споровиков. Типы кнidosпоридий и микроспоридий. Тип инфузорий, или ресничных

Организмы, которые находятся на стадии одной клетки (лишь редко образуя колонии), получили название *простейших* (или *одноклеточных*). Всю жизнь их изучал известный немецкий зоолог Э. Геккель. В своей системе живой природы он выделил три царства: простейших, растений и животных.

В наше время простейших не считают единым царством. Мы уже рассматривали одноклеточные формы растений (водоросли) и грибов. Сейчас простейших рассматривают как подцарство (непонятно, какого царства) и делят на семь типов, из которых мы рассмотрим четыре. Помните лишь, что одни из простейших тяготеют к грибам, другие — к водорослям, третьи — к животным, но есть и такие, которых, строго говоря, надо бы выделить в отдельные царства, к тому же не родственные друг другу.

70 тыс. видов простейших населяют всю Землю, они изобилуют в море, пресных водах, в почве, многие стали опасными паразитами. Вклад их в общую картину жизни огромен, но из-за малых размеров они становятся заметными лишь при массовом размножении. Тогда они окрашивают море, вызывая яркое свечение воды; после смерти их скелетные частицы образуют целые горы.

У самых мелких — внутриклеточных паразитов — размеры 1—5 мкм. Крупные (100—600 мкм) свободноживущие видны простым глазом в виде точек, а колониальные достигают 10—20 см. Из главы 1 вы должны помнить, что необходимость обмена со средой накладывает жесткие

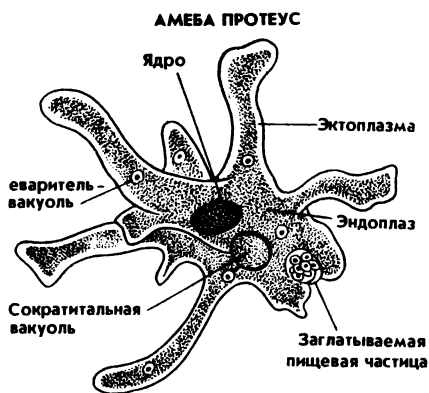
ограничения на соотношения линейных размеров и массы. Как их обходят простейшие? Оказывается, разными путями. У одних появляются выросты (ложные ножки, — *псевдоподии*), другие активно движутся с помощью жгутиков, большинство способно к *фагоцитозу*, у некоторых развиваются особые участки поверхности клеток, специально для захватывания крупных частиц пищи (так называемый клеточный рот — *цитостом*).

У многих в цитоплазме клетки живут симбионты — одноклеточные водоросли, снабжающие клетку углеводами и кислородом и потребляющие углекислый газ. У морских эти водоросли чаще всего с желтыми и оранжевыми пигментами (*зооксантеллами*), у пресноводных обычно с зелеными (*зоохлореллами*). Присущий растениям способ получения энергии оказывается привлекательным для многих животных, особенно малоподвижных и сидячих.

ТИП КОРНЕЖГУТИКОВЫХ (САРКОМАСТИГОФОР)

Латинское название саркомастигофоры неблагозвучно в точном переводе («мясожгутиконосные»); лучше их называть корнежгутиковыми. К этому типу относятся простейшие, которые передвигаются или с помощью псевдоподий, или жгутиков, или посредством тех и других. У некоторых из них псевдоподии длинные, разветвленные и напоминают корни деревьев; отсюда и название — *корненожки*.

Выделяют два класса: саркодовых и жгутиконосцев (жгутиковых). Из саркодовых наиболее просто устроены корненожки, а из них — амёбы. Слово «амёба» вам уже встречалось. Амёбоидными называют клетки, не имеющие постоянной формы, непрерывно образующие выросты, псевдоподии, в которые как бы переливается цитоплазма. Но амёба — и название рода. Обычная пресноводная амёба протейс



ДИЗЕНТЕРИЙНАЯ АМЕБА
С ПРОГЛОЧЕННЫМИ ЭРИТРОЦИТАМИ

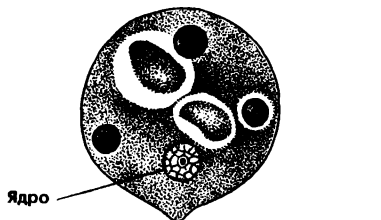


Рис. 56. Некоторые виды амёб

названа в честь героя греческой мифологии Протея, легко принимавшего самое разное обличье. Она обитает в загрязненных водоемах. Это довольно крупный организм (до 0,5 мм). Под микроскопом легко различить его строение (рис. 56). Видно, что под тонкой мембраной клетки расположен слой прозрачной *эктоплазмы* («наружной плазмы»), а основная часть составляет зернистую *эндоплазму* («внутренней плазмой»). В эндоплазме видно ядро и пузырьки — *вакуоли*. Вакуоли выполняют пищеварительную функцию. Амеба питается мелкими органическими частицами, чаще всего бактериями, а также и другими простейшими и одноклеточными водорослями, захватывая их с помощью псевдоподий. При этом «заглатывается» и немного воды; так образуется вакуоль. Из эндоплазмы в вакуоль поступают пищеварительные ферменты, переваривающие добычу, а непереваренные остатки выбрасываются через мембрану в любом месте клетки.

Наиболее заметен среди вакуолей большой прозрачный пузырек — *сократительная вакуоль*. Ведь в цитоплазме больше растворенных веществ, чем в пресной воде, и клетка амебы жадно насыщает воду. В конечном счете она бы лопнула, если бы через 1—5 мин не опорожнивала вакуоль, одновременно освобождаясь от продуктов диссимиляции. Такие вакуоли есть практически у всех пресноводных простейших; у морских они сокращаются очень редко или отсутствуют вообще.

Размножаются амебы простым делением клетки, полового процесса у них нет. Но эта простота вторична: ближайшие родственники устроены сложнее и имеют жгутиковые гаметы.

В кишечнике человека обитает множество амеб, которые питаются перевариваемой пищей и кишечными бактериями, не принося никакого вреда. Но один вид — дизентерийная амеба может переваривать стенки кишечника, вызывая болезнь, схожую с кровавым поносом, — *дизентерию (амебиаз)*. Расселяются кишечные амебы, образуя покрытые оболочкой стадии — *цисты*, выходящие из кишечника с экскрементами. Как и обычная, бактериальная дизентерия, амебиаз — болезнь грязных рук.

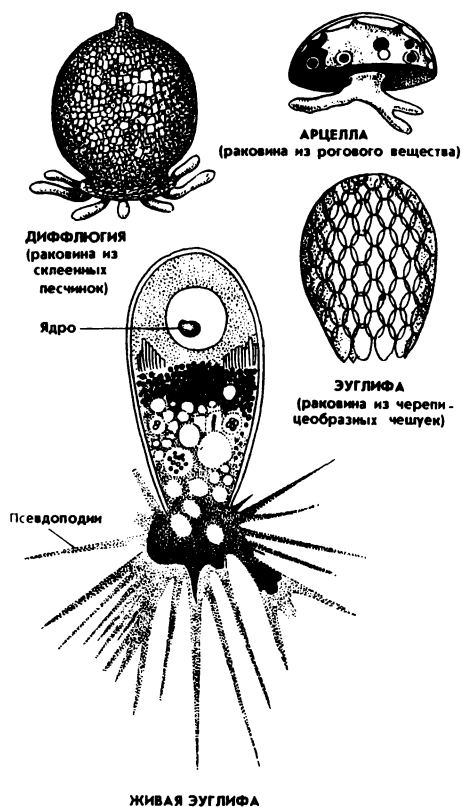


Рис. 57 Раковинные корненожки

Другие амебы, раковинные (рис. 57), образуют вокруг клетки защитную раковину из тонкого рогового вещества или склеенных песчинок. Псевдоподии высываются через отверстие раковины — устье; когда раковинная амеба делится, одна половина клетки остается в старой, а другая строит новую. Чаще всего они встречаются в кислой воде торфяных болот и особой роли в природе не играют.

Иное дело — морские корненожки — фораминиферы («несущие дырки, дырконосные»). У них тоже имеется домик-раковинка из органического слоя, покрытого песчинками или пропитанного CaCO_3 , но раковинка часто образует ряд камер, порой сложно расположенных (рис. 58). Длинные псевдоподии выходят не только из устья, но и из многочисленных дырочек в стенках раковинки, давших название отряду.

У фораминифер описан сложный жизненный цикл, в котором чередуется бесполое размножение, когда клетка образует множество молодых особей, и половое — с образованием жгутиковых гаплоидных гамет. Известковые раковинки отмерших фораминифер образуют на морском дне толстые слои осадков, потом образующих известняки.

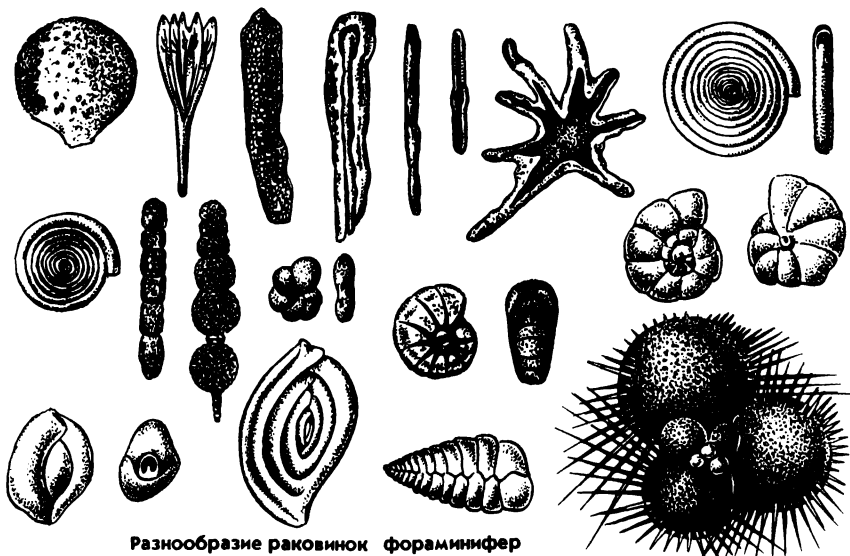
Особенно важны в этом процессе планктонные корненожки — глобигерины (см. рис. 58). У них раковинки облегчены и снабжены длинными шипами, поэтому они могут парить в толще воды.

Отмирая, они падают на дно. Примерно 30% дна Мирового океана покрыто остатками глобигерин и кокколитофорид, образующих так называемый «голубой ил».

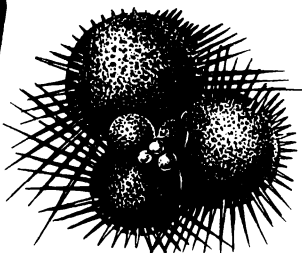
Строго говоря, не совсем голубой, скорее серый. Прирост его идет со скоростью 0,5–2 см за 100 лет, и в результате образуются слои в сотни метров. Окаменевая, он превращается в известняк. Горы, в том числе и высочайшая вершина Земли — Эверест (Джомолунгма), образованы остатками простейших (у некоторых вымерших фораминифер раковинки достигали 16 см). Человек давно оценил достоинства известняка — из него построены египетские пирамиды, церкви Владимиро-Суздальской Руси, первый белокаменный Московский Кремль и бесчисленное множество зданий в Риме и Париже, Вене и Севастополе. А под действием высокого давления и температуры в глубоких слоях известняк становится благородным мрамором.

Глубже 4 тыс. м «голубой ил» не образуется: известковые остатки, падая на дно, успевают раствориться в морской воде. Там илы возникают из домиков диатомовых водорослей и других корненожек — лучевиков радиолярий (от лат. «радиус» — луч). Радиолярии всю жизнь плавают в толще воды морей и океанов. 7–8 тыс. их видов обитают везде, но наиболее они многочисленны в теплых водах. Скелет у них, в отличие от фораминифер, внутренний, располагающийся в цитоплазме, и образован иголочками, часто срастающимися в ажурную конструкцию. Размножаются они простым делением, но у них имеется и половой процесс с возникновением двужгутиковых гамет.

У радиолярий длинные нитевидные псевдоподии, максимально увеличивающие поверхность клетки; часто есть зоохлореллы и зооксантеллы. У разных радиолярий скелет устроен из различных материалов. Акантарии имеют скелет из 20 иголок, сходящихся радиально в центре



Разнообразие раковинки фораминифер



Планктонная форма — глобигерина

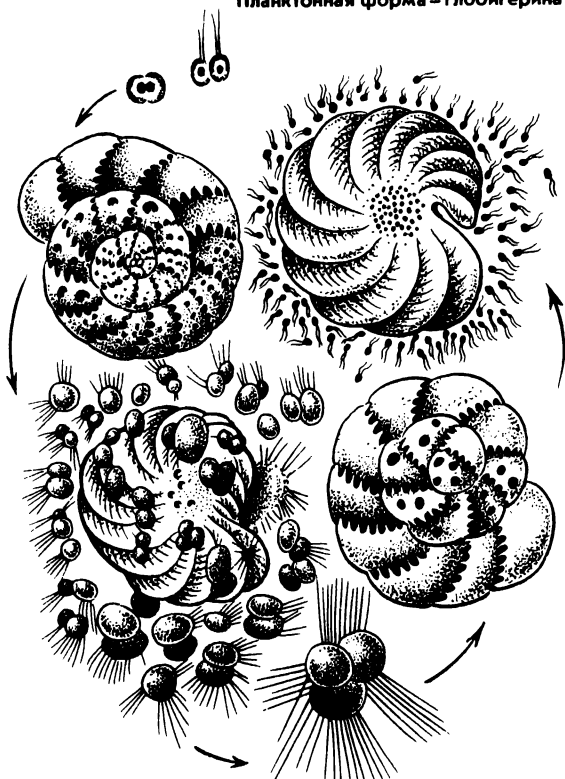
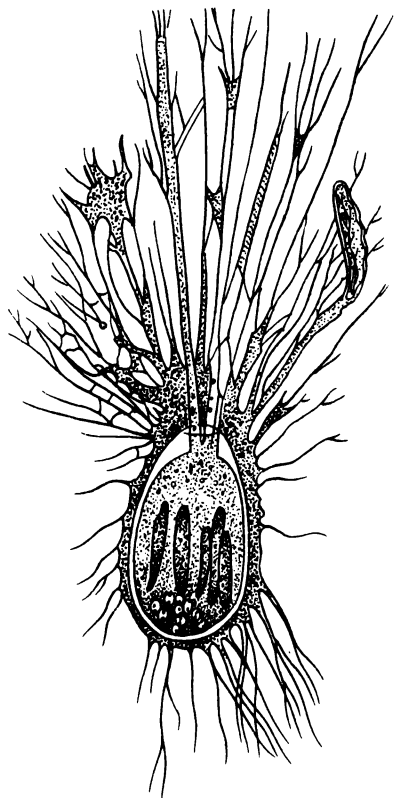


Рис. 58. Фораминиферы.

Внизу слева — живая фораминифера, захватившая псевдоподиями и переваривающая диатомовые водоросли; рядом — жизненный цикл одной из фораминифер: чередование полового (вверху) и бесполого размножения

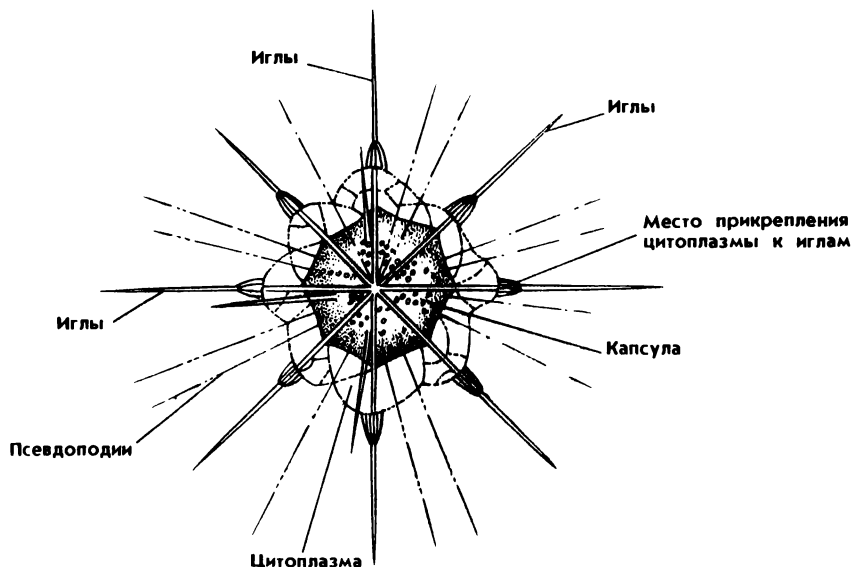


Рис. 59. Радиолария акантария (со стронциевым скелетом)

клетки (рис. 59); самая ценная часть цитоплазмы, содержащая ядро с генетическим аппаратом, защищена центральной капсулой из органического вещества, похожего на рог. Сами же иголки состоят из сернокислого стронция SrSO_4 — случай в природе единственный. Падая на дно после смерти клетки, эти иголки образуют прожилки минерала, названного по голубому цвету «небесным» — *целестином*.

У большинства радиоларий скелет образован двуокисью кремния. Эти кремневые иголки срастаются, и скелет становится похожим на царскую корону, кубок, причудливую безделушку. Недаром Э. Геккель, всю жизнь изучавший радиоларий, считал их самыми красивыми существами на свете.

Остатки радиоларий на морском образуют разнообразные горные породы *радиолариты* (кремнистые глины и сланцы, гресел). Некоторые горы и острова, как, например, Барбадос, в основном сложены из гресела. Под действием давления под земного жара они образуют драгоценные камни — *яшмы, халцедоны, опалы*. Малень-

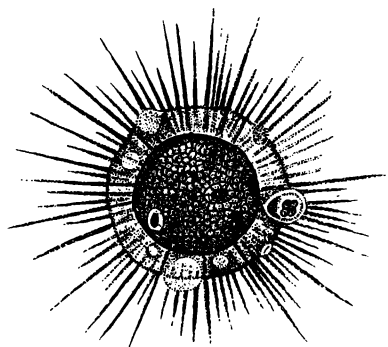


Рис. 60. Пресноводный лучевик — солнечник

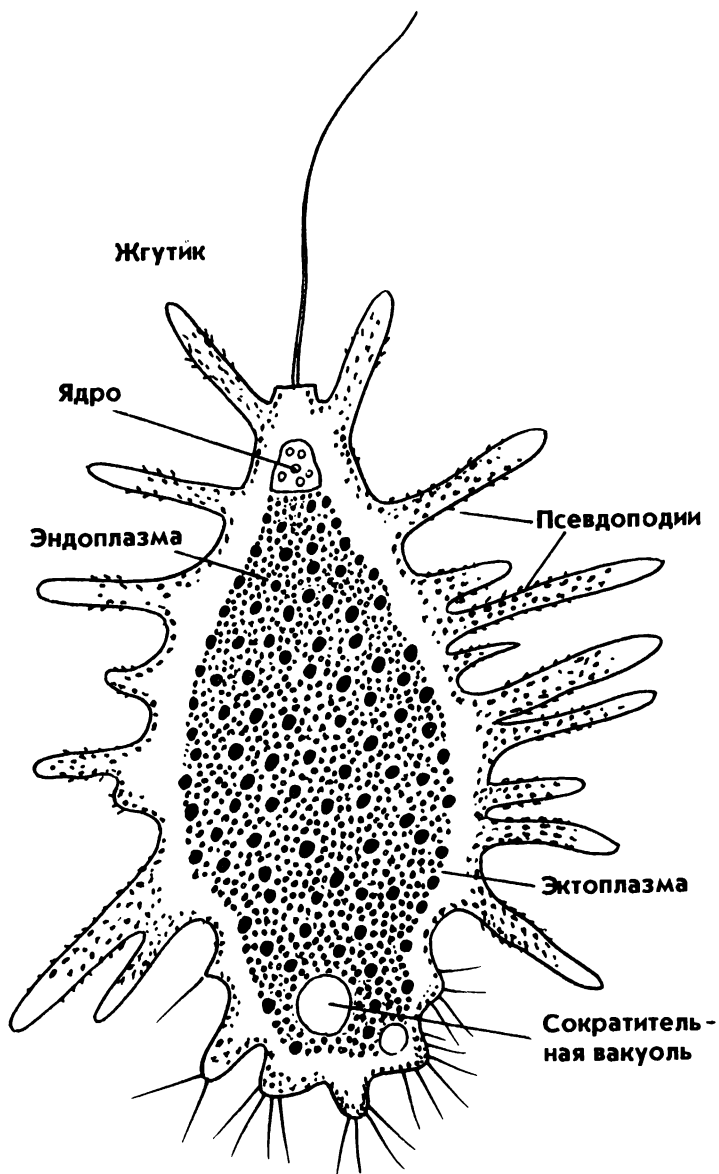


Рис. 61 Жгутиконосец с псевдоподиями — переходная форма между корненожками и жгутиковыми

нии (несколько десятков видов) класс солнечников включает пресноводных простейших, очень похожих на радиолярии с кремневыми иголками, но без псевдокапсулы. Как и многие радиолярии, солнечники многоядерны (рис. 59).

Другой класс (или подтип) корнежгутиконосцев (около 8 тыс. видов) состоит из организмов, имеющих жгутики всю жизнь. Некоторые из них, впрочем, жгутики вторично потеряли, а другие имеют еще и псевдоподии (рис. 61). Так что граница между корнежками и жгутиковыми нечеткая.

Так же условна в этом классе граница между растениями и животными. Некоторые из них (вольвокс, гониум, эвглену) мы рассмотрели в главе о водорослях. Поэтому перейдем сразу к организмам с животным типом питания. Упомяну лишь панцирных, или перидиниевых, жгутиконосцев (рис. 62). У них имеется оболочка из клетчатки, иногда с выростами («рогами»), облегчающими парение в толще воды. Вообще они фотосинтетики, но один вид, из самых крупных (до 2 мм), утерял оболочку и хроматофоры. Это — ночесветка (см. рис. 62), названная так потому, что при механическом раздражении клетка ее ярко вспыхивает холодным зеленоватым огнем. У нас ночесветки вызывают свечение воды в Черном море (на севере светятся другие перидиниевые).

В загрязненных водоемах часто можно встретить наиболее просто устроенных жгутиковых из рода бодо (рис. 63). Это мелкие (до 25 мкм) клетки с двумя жгутиками, из которых один работает, а другой волочится сзади. Жгутики в основании имеют базальное тело — *кинетосому* и прилегающий к нему *кинетопласт* — крупную митохондрию, снабжающую жгутик энергией в виде АТФ. У бодо одно ядро, и размножается он простым делением.

Сложнее устроены трихомонады — паразиты кишечника позвоночных животных, в том числе и человека. У трихомонасы человеческого четыре жгутика, из коих три направлены вперед, а один назад (см. рис. 63). Он срастается с поверхностью клетки перепонкой, образующей *ундулирующую мембрану* — плавничок, по которому пробегают волны, толкающие клетку вперед. Особого вреда трихомонасы не причиняют. Гораздо опаснее лямблии, как бы удвоенные трихомонасы (см. рис. 63). У них четыре пары жгутиков, два ядра. Уплощенная, «брюшная» поверхность клетки образует присоску, которой паразит присасывается к клеткам хозяина. Лямблии вызывают тяжелые заболевания кишечника, печени, половых органов. Переносятся они цистами с прочной оболочкой.

Так же опасны трипаносомы. Это паразиты крови. У них один жгутик с ундулирующей мембраной. Известна гамбийская трипаносома, вызывающая в Экваториальной Африке сонную болезнь, при которой человек теряет силы, возникает сонливость и сон переходит в смерть (рис. 64). Переносится этот возбудитель с укусами двух видов мухи цеце. Другие трипаносомы — возбудители опасных болезней домашнего скота.

Более опасны для человека лейшмании. Это внутриклеточные паразиты. Они утеряти жгутик и ундулирующую мембрану, ненужные в

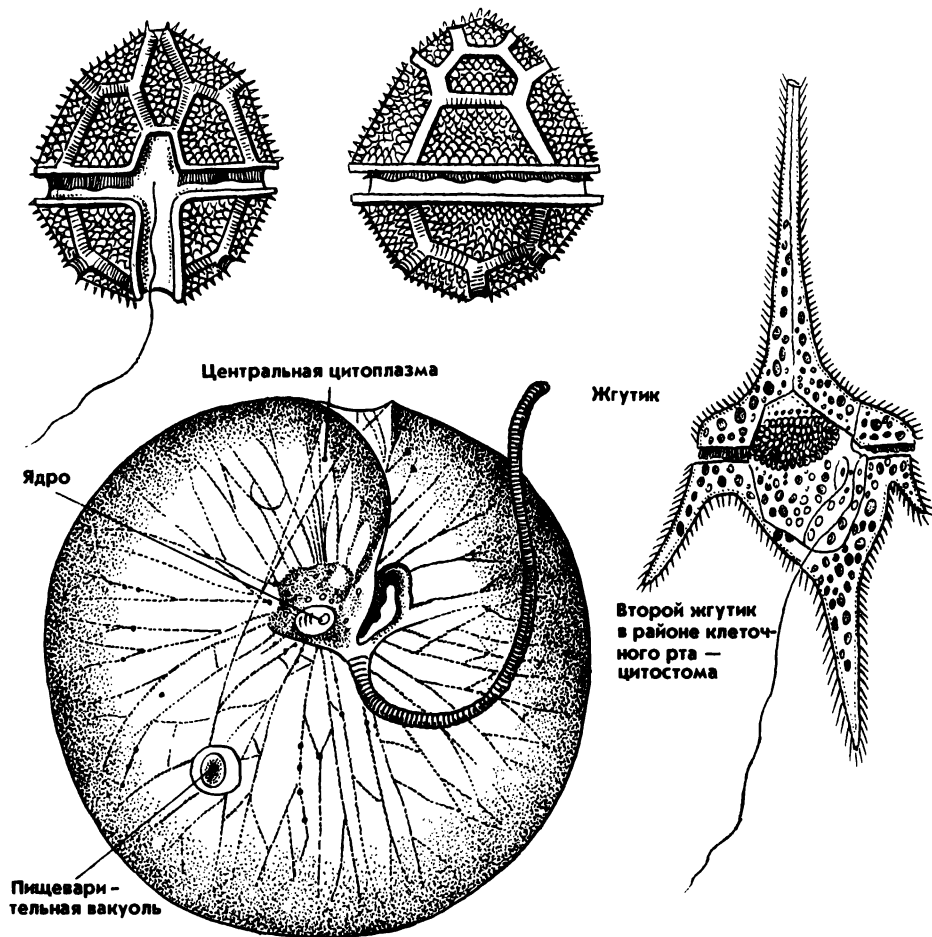


Рис. 62. Панцирные жгутиконосцы.

Обратите внимание на шипики и выросты панциря: они облегчают парение в воде. *Внизу слева* — потерявшая панцирь, ночесветка

цитоплазме клеток. Тропическая лейшмания, известная в Средней Азии, вызывает пендинскую язву (пендинку). Распространяется она комарами-москитами. На месте укуса москита возникает долго не заживающая язва, образующая потом рубец. Пендинку людям москиты переносят от грызунов, в основном песчанок. Еще более опасна лейшмания Donovan, вызывающая внутренний лейшманиоз (кала-азар) с поражениями селезенки, печени, костного мозга.

В кишечниках тараканов и особенно близких к ним термитов — общественных насекомых теплых стран встречаются сложно устроенные многожгутиковые простейшие (рис. 65). Это не паразиты, а

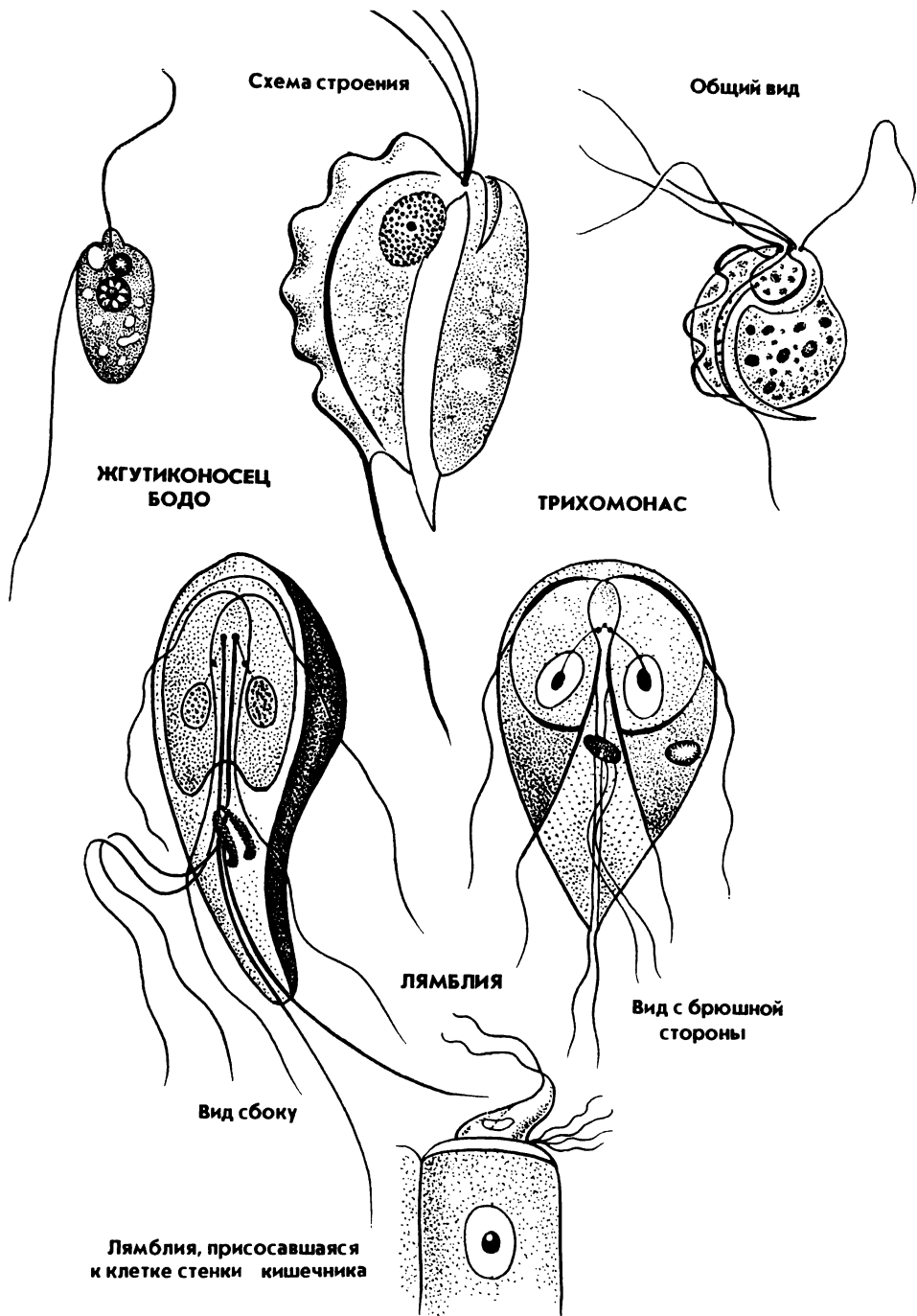


Рис. 63. Жгутиконосцы

полезные симбионты. Они могут расщеплять клетчатку (целлюлозу), превращая ее в сахара, усваиваемые хозяином. Поэтому термиты и питаются древесиной.

Больше всего жгутиков — многие тысячи — у паразитов кишечника лягушек *опалин* (см. рис. 65).

Мы видим, что немало жгутиковых пошло по пути паразитического существования. Но среди них есть и немало свободноживущих. А вот следующий тип простейших целиком состоит из паразитов.

ТИП СПОРОВИКОВ

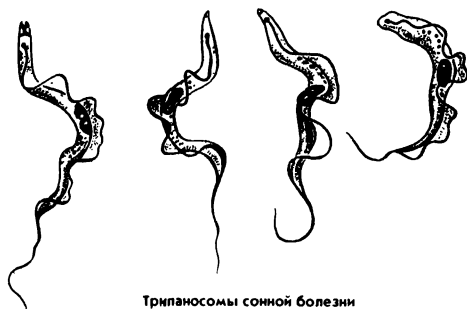
Из названия ясно, что эти простейшие (вернее, большинство из них) образуют споры — покоящиеся стадии с прочной оболочкой, служащие для расселения. У споровиков сложный жизненный цикл: обычно в нем чередуются бесполое размножение и половое. Бесполое осуществляется, как правило, в виде *шизогонии* («размножение расщеплением»), когда исходная клетка в результате множественного деления образует множество дочерних особей — шизонтов. Половой процесс (оогамия) идет с большой женской гаметой — макрогаметой и маленькой мужской — микрогаметой. Но у примитивных гамет могут быть равными по величине. Вы встречали нечто подобное у грибов и водорослей.

Самый примитивный класс типа — грегарины. Это паразиты кишечника насекомых и червей (рис. 66). Они могут достигать 16 мм в длину; их характерная особенность — часто встречающееся деление клетки на два отдела. Но «двуклеточными» их назвать нельзя, так как ядро на оба отдела одно.

Класс кокцидиеобразных

Несравненно больший интерес имеют, главным образом как опасные враги, представители класса кокцидиеобразных — кокцидии и кровяные споровики.

Кокцидии — внутриклеточные паразиты, обитающие в клетках

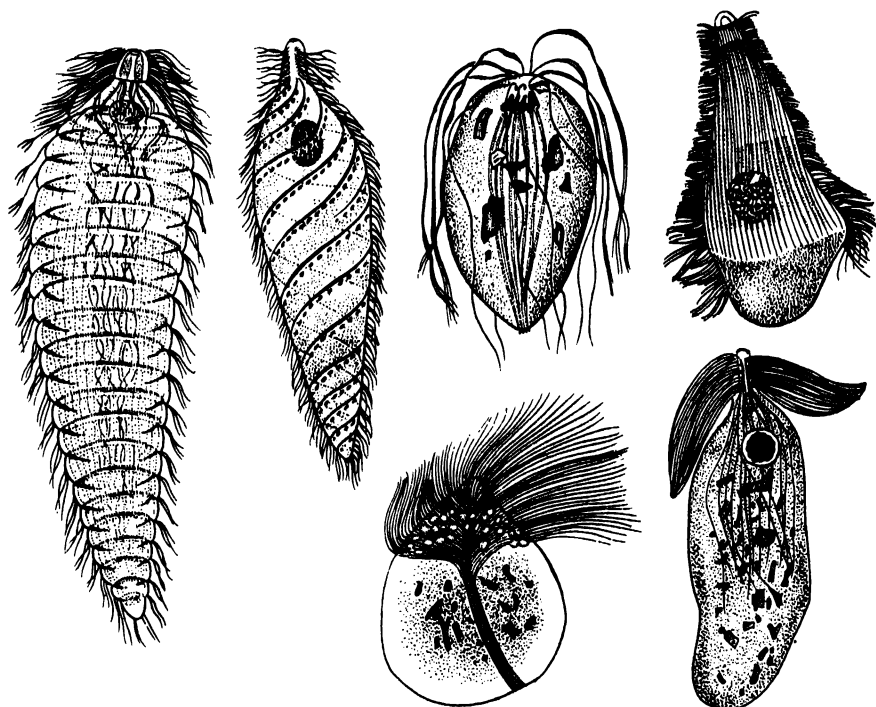


Трипаносомы сонной болезни

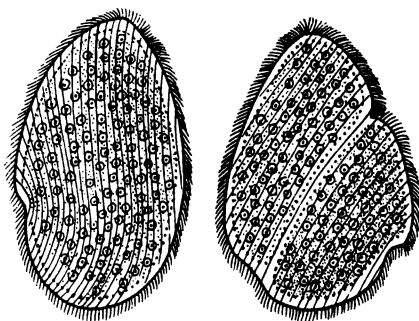


Рис. 64. Переносчик сонной болезни — муха цеце.

Внизу — больной на последней стадии болезни



Симбионты кишечника южных насекомых-термитов



Паразит кишечника лягушек — опалина (стадия деления)

Рис. 65. Самые многожгутиковые жгутиковые.

Внизу — делящаяся опалина (в делящейся опалине видны многочисленные ядра)

кишечника, печени и почек многих животных. Многие из них вызывают опасные болезни кроликов, домашней птицы и рогатого скота. В цикле развития чередуются бесполое размножение (шизогония) и половое, завершающееся образованием спор. Примером может быть цикл развития эймерии, вызывающей часто массовый падеж кроликов на фермах (рис. 67).

Кролик проглатывает *ооцисту*, в которой под прочной оболочкой содержатся четыре споры, в каждой из которых по два *спорозонта*. Оболочка растворяется, и спорозонты (см. рис. 67,1) внедряются в клетки, выстилающие поверхность кишечника. Там происходит шизогония; шизонты становятся многоядерными и, делясь, образуют *мерозонты*, упакованные в клетке, как дольки мандарина (по четыре). С гибелью клетки мерозонты выходят наружу и внедряются в другие.

Через 4—5 поколений шизогонии наступает гаметогония — образование гаплоидных макрогамет и двужгутиковых микрогамет (см. рис. 67, 6—8). Зигота образует прочную двуслойную оболочку и становится *ооцистой*. Выделенная с экскрементами ооциста продолжает развитие во внешней среде, образуя в конце концов восемь спорозонтов. Цикл замыкается.

Не менее опасны для многих животных и человека разнообразные *токсоплазмы* — болезни, вызываемые токсоплазмами. Заразиться этими споровиками можно от бродячих кошек, реже собак. Кошки заражаются не только проглатывая спорозонты, но и поедая зараженных мышей. Передаются токсоплазмы и от матери ребенку (рис. 68).

Но еще более опасны представители другого отряда (или подкласса) — кровяных споровиков. К ним относится возбудитель малярии — болезни, широко распространенной в теплых странах. Передается малярия через укусы комаров из рода *анофелес* (от греч. «бесполезный»).

Цикл развития возбудителя малярии (он называется *малярийный плазмодий*) показан на рисунке 69. Червеобразные спорозонты паразита со слюной комара попадают в кровь. Первые поколения шизонтов возникают в клетках печени, селезенки, у некоторых видов в клетках

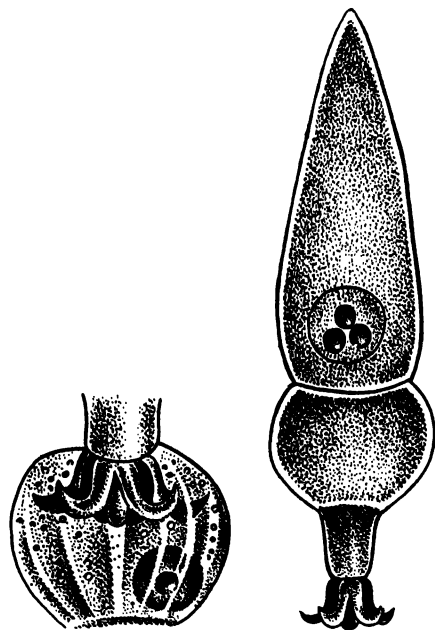


Рис. 66. Грегарина из кишечника жука-вертячки.

Слева — общий вид; справа — способ, с помощью которого грегарина «заякоривается» в клетке стенки кишечника

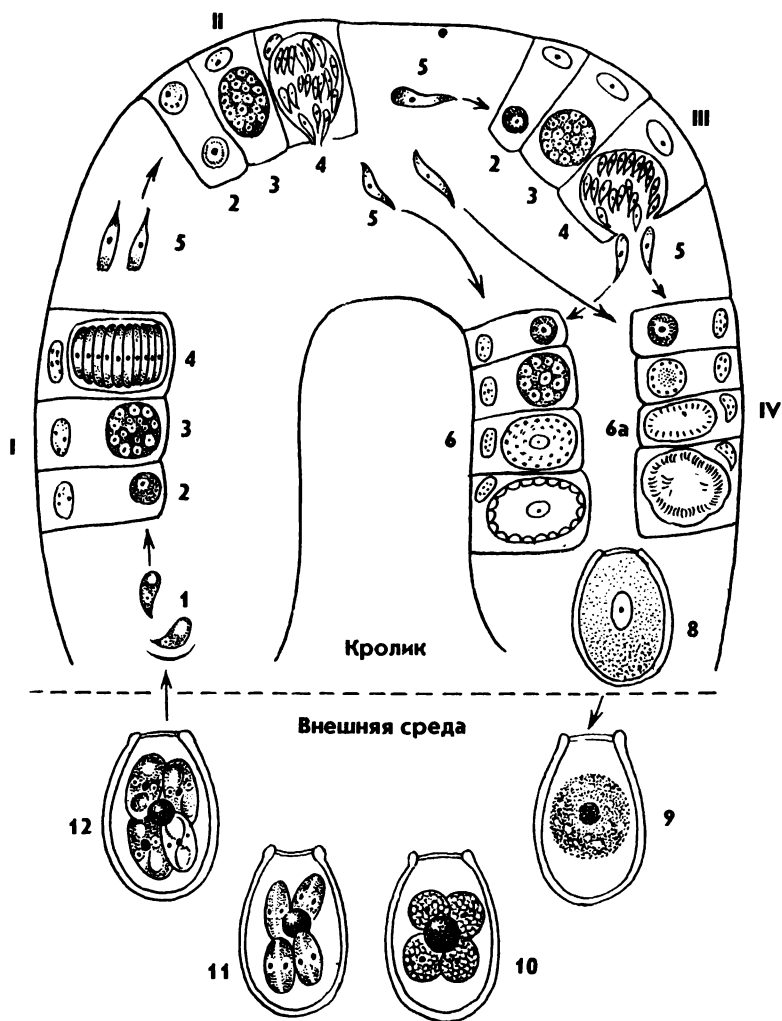


Рис. 67 Цикл развития кокцидии кролика:

I, II, III (1—5) — бесполое размножение (шизогония); IV — стадии развития микро- и макрогамет (6—8); 9—12 — формирование ооцисты со спорозонтами (6 и 6а — соответственно макро- и микрогаметы)

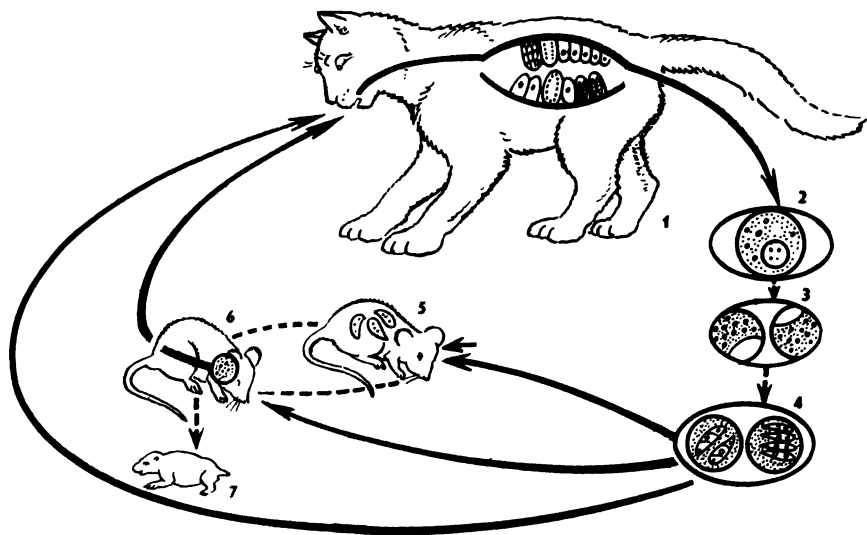


Рис 68. Цикл развития и способы заражения токсоплазмой:

1 — развитие в кишечнике кошки; 2—4 — формирование ооцисты; 5, 6 — развитие в кишечнике мышей; 7 — передача паразита мышонку в утробе матери

эпителия, выстилающего стенки кровеносных сосудов — эндотелия. Поэтому у маляриков обычно увеличены печень и селезенка. Но затем они внедряются в красные кровяные тельца — эритроциты, где усваивают наш дыхательный пигментный белок — гемоглобин. В результате наступает анемия, истощающая больного, число эритроцитов может снижаться в 5 раз. Но даже не это самое опасное. При массовом выходе шизонтов из разрушившихся эритроцитов в кровь попадают токсичные продукты их обмена, вызывая у больного приступ тяжелой лихорадки.

В человеке паразитируют четыре вида плазмодиев. У одного массовый выход шизонтов чередуются через 72 ч (четырёхдневная лихорадка), у самого распространенного — через 48 ч (трехдневная лихорадка). Самый опасный вид, характерный для тропиков, размножается примерно с такой же скоростью, но приступы продолжительнее, и промежутки между ними порой сокращаются до 24 ч. Четвертый вид описан в Африке и у нас не отмечен.

После нескольких циклов шизогоний, истощающих больного, в эритроцитах появляются клетки, из которых развиваются гаметы — *гамонты*. Их два типа — макро- и микрогамонты. Если в это время комар анофелес пахнет кровью малярика (и если температура окружающей среды выше

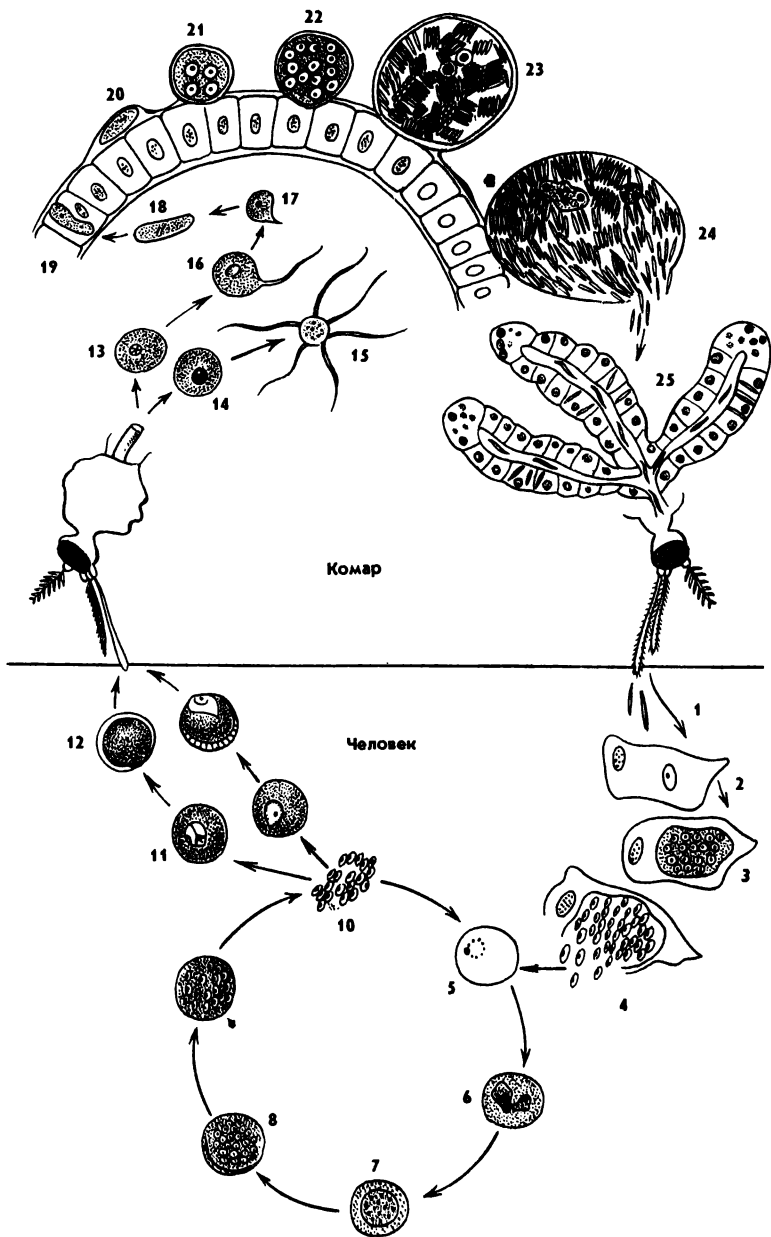


Рис. 69. Цикл развития малярийного плазмодия:

1—4 — шизогония попавших в организм человека со слюной комара спорозонтов в клетках печени; 5—10 — шизогония в эритроцитах; 11—12 — возникновение микро- и макрогаметов; 13—18 — формирование гамет и образование подвижной зиготы (оокинеты — подвижного яйца); 19—24 — формирование ооцисты на наружной стенке кишечника комара; 25 — спорозонты в слюнной железе комара

20°С), в его кишечнике образуются микро- и макрогаметы. Происходит их слияние; образующаяся зигота подвижна, она внедряется в стенку кишечника, протыкая ее насквозь, и превращается в ооцисту. Ядро ооцисты многократно делится, и в полость тела комара попадает до 10 тыс. подвижных спорозоитов. С током комариной крови (гемолимфы) они движутся к слюнным железам комара и завершают цикл.

и	и	к ДД	иск. ус
фе	с сейчас	обрабатывают прививки	В
и	смот	бывов, яговывас	из плазмения
и	работают	тохо,	обладалате
и	посвящению")	

К споровикам в качестве отряда или подкласса относят также *проплазмид* — опасных кровяных паразитов рогатого скота. Передаются они с укусами кровососущих клещей.

ТИПЫ КНИДОСПОРИДИЙ И МИКРОСПОРИДИЙ

Книдоспоридии («стрекающие споровики»), или миксоспоридии — в основном паразиты рыб. В отличие от споровиков у них нет чередования шизогонии и спорогонии. Двухъядерный амебоидный зародыш, попадая на кожу, жабры, в мышцы и другие органы хозяина, образует довольно крупный (до 2 см) многоядерный плазмодий, поражающий клетки хозяйской ткани. Споры у них сложные, состоят из нескольких клеток и покрыты прочной оболочкой. Они имеют свернутую стрекательную нить. Проглоченная рыбой спора выстреливает ее, внедряясь в клетку хозяина, и амебоидный зародыш перетекает в нее.

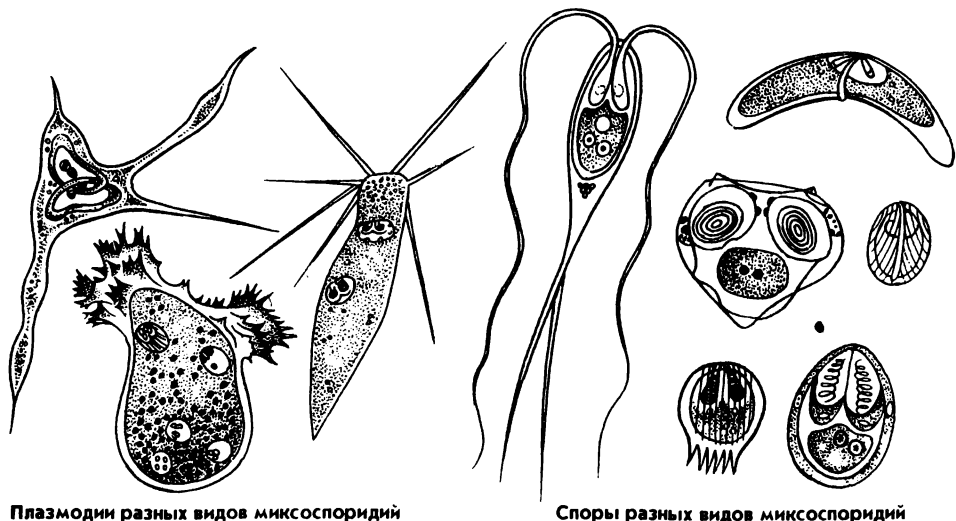
Миксоспоридии порой вызывают массовую гибель рыб (рис. 70), особенно молоди, а некоторые разжижают рыбье мясо, делая его непригодным к употреблению. У этих существ гаплоидные клетки, слагающие споры. При заражении ядра амебоидного зародыша сливаются.

Микроспоридии («мелкие споровики») — паразиты насекомых и других беспозвоночных, реже рыб. Это внутриклеточные паразиты. Споры у них мелкие, одноклеточные, но тоже со стрекательной нитью (рис. 71). Микроспоридиями поражаются такие рыбы, как снеток, ряпушка, колюшка. Но особый урон приносят виды, поражающие яйцеклетки шелковичного червя и вызывающие у гусениц смертельную болезнь — *побрину*, а также вид, вызывающий понос у медоносных пчел. Убытки от них исчисляются многими миллионами.

ТИП ИНFUЗОРИЙ, ИЛИ РЕСНИЧНЫХ

Некоторых представителей типа инфузорий (от лат. «инфузус» — настой, отвар) разводят на настоях из растений. Инфузории — самые сложные представители одноклеточных. Их описано более 7 тыс. видов.

Рассмотрим для примера строение одной из самых обычных и наиболее известной — инфузории-туфельки (парамеции) (рис. 72). Это довольно крупный организм (0,2 мм в длину), видный невооруженным



Плазмодии разных видов микоспоридий

Спores разных видов микоспоридий

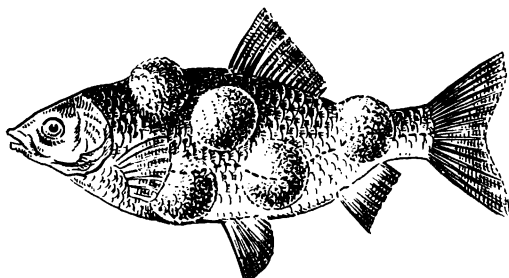


Рис. 70. Микоспоридии.

Внизу — плотва с опухолями, образованными плазмодиями микоспоридий

глазом в виде белой точки. Внешне под микроскопом она выглядит как след от дамской туфельки.

Парамеция быстро движется, «пробегая» за 1 с 10—15 своих длин, и при этом вращается. Органы ее движения — реснички, короткие жгутики, до 15 тыс. которых покрывают поверхность ее тела.

Как и у амёбы, цитоплазма туфельки делится на эктоплазму и зернистую эндоплазму. Но эктоплазма туфельки куда сложнее и отделена от эндоплазмы двойной мембраной. В ней расположены перпендикулярно поверхности тела многочисленные коротенькие палочки — *трихоцисты*. Их роль — защищать инфузорию. При любом раздражении трихоцисты с силой выбрасывают тонкие длинные нити, пробивающие оболочки клеток нападающего хищника. Их примерно столько же, сколько ресничек; на месте выстреленных трихоцист возникают новые.

Реснички — не только орган движения инфузории. Работая согласованно, они создают ток воды, направляющий пищевые частицы, чаще всего бактерий, к клеточному рту — цитостому.

Цитостом расположен ближе к широкому концу туфельки. Он ведет в обширную глотку, на конце которой образуются пищеварительные вакуоли. Отрываясь от глотки, они путешествуют в эндоплазме. Сначала в них реакция среды кислая, как в нашем желудке, потом щелочная, как в кишечнике. Непереваренные остатки выбрасываются наружу, но не в любом месте, как у амёбы, а через особое отверстие — *порошицу*.

Как и многие другие простейшие, инфузории имеют сократительные вакуоли. У примитивных форм это периодически опоражнивающиеся пузырьки, как у амёбы. У туфельки они сложнее. Таких вакуолей у нее две, и каждая снабжена венчиком из 5—7 проводящих каналов. В этих каналах скапливается лишняя вода с продуктами обмена, отчего они расширяются, а затем изливают содержимое в центральный резервуар. Далее он сокращается, выделяя жидкость наружу. Работают вакуоли попеременно с частотой около 20 с (при 16°C)

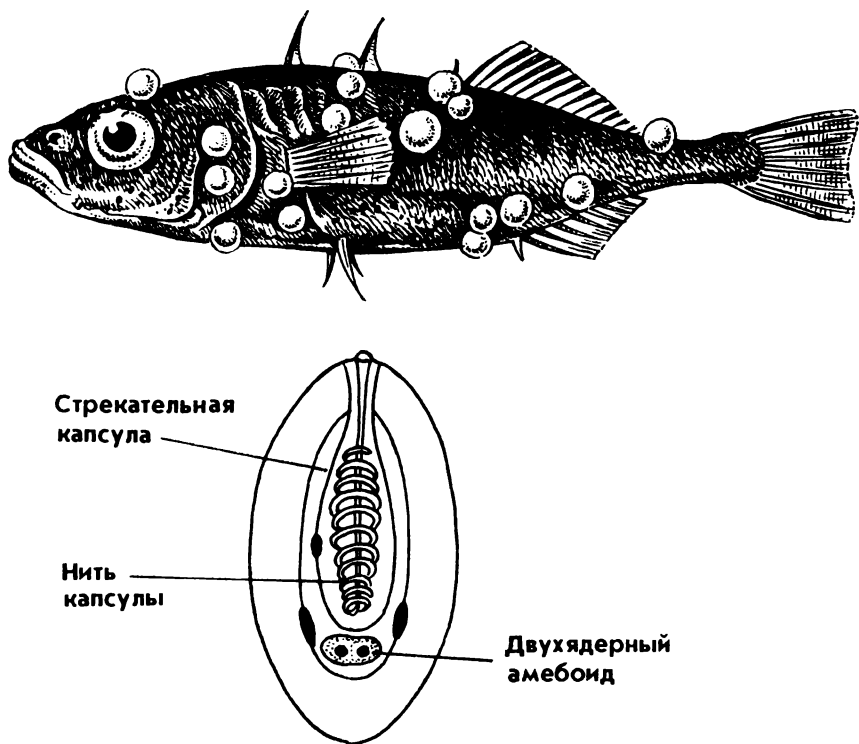
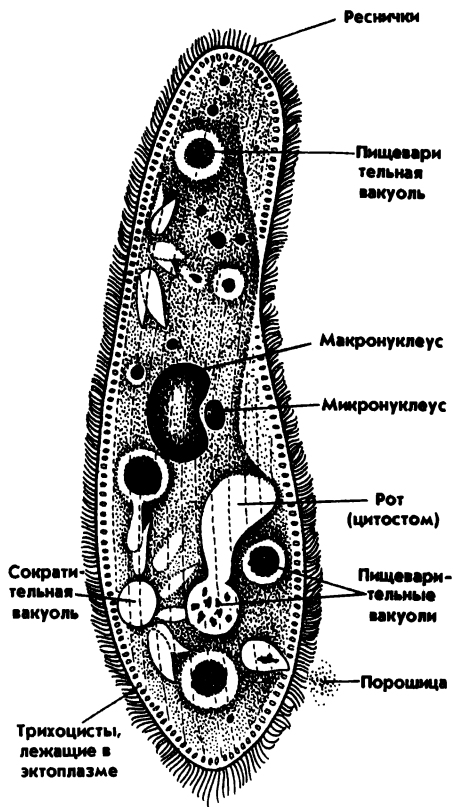


Рис. 71. Рыбка-колюшка с цистами микроспоридий

Инфузории размножаются делением, но у них имеется и своеобразный половой процесс, называемый *конъюгацией* (от лат. «соединять, соединяться»). Ядерный аппарат инфузорий сложнее, чем у прочих простейших (и всех других организмов). У туфельки имеется два ядра — большое (*макронуклеус*) и малое (*микронуклеус*). В половом процессе принимает участие только микронуклеус, который часто называют *половым ядром*. Макронуклеус управляет синтезом белков и ростом цитоплазмы клетки. Микронуклеус инертен и только делится при каждом делении клетки, до тех пор пока не наступает период конъюгации. Тогда две туфельки соединяются цитоплазматическим мостиком. Их макронуклеусы рассасываются, а микронуклеусы делятся дважды. Из образовавшихся четырех ядер три тоже рассасываются, а четвертое делится и образует два ядра: мужское и женское — мигрирующее и стационарное. Затем клетки обмениваются мужскими ядрами и расходятся. Ядра в них сливаются и образуют *синкарион* — аналог зиготы. Именно из синкариона возникают новые макро- и микронуклеусы.

Из 7 тыс. видов инфузорий поз-
накомимся лишь с немногими. В

Рис. 72. Инфузория-туфелька



пресных водах можно встретить крупного стентора (трубача). Тело этой инфузории действительно похоже на трубу (рис. 73), но потревоженный стентор сжимается в шар, сокращая особые мышечные волокна, расположенные в цитоплазме. Обычно он плавает раструбом вперед, но иногда прикрепляется к твердой поверхности задним концом, имеющим присоску. Макронуклеус стентора четковидный, фактически это 10 ядер, соединенных перемычками. Столько же и микронуклеусов. Обычно стенторы ярко-голубого цвета, но встречаются и зеленые.

Другие инфузории могут «бегать» по твердому субстрату; их уплощенное тело опирается на щетинки, образованные длинными склеенными между собой ресничками. Примером может быть стилонихия (см. рис. 73). Некоторые инфузории стали хищниками, например дидиниум, нападающий на других инфузорий и высасывающий их с помощью хоботка. Иногда они

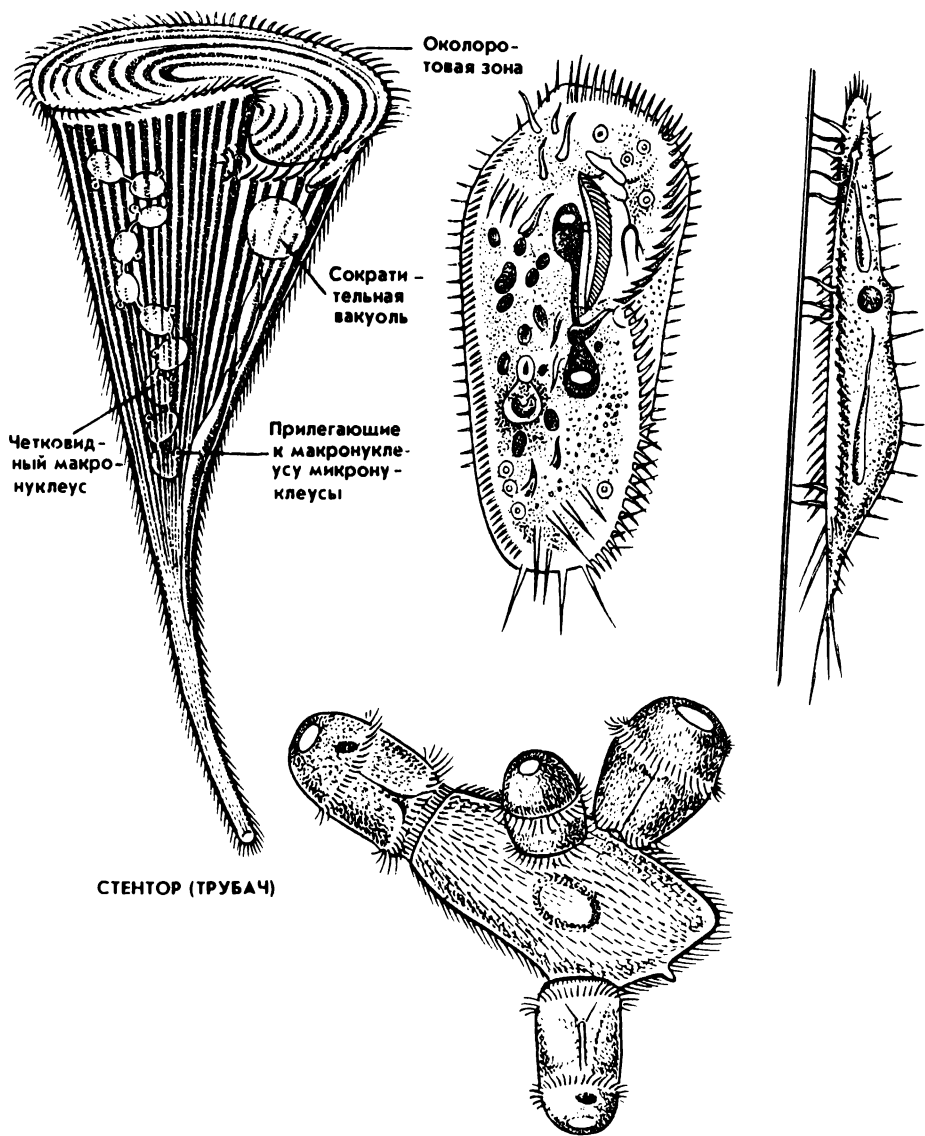


Рис. 73. Инфузории:

справа от стентора — стилонихия; внизу — хищные инфузории дидимопанаксы, вчетвером высасывающие туфельку

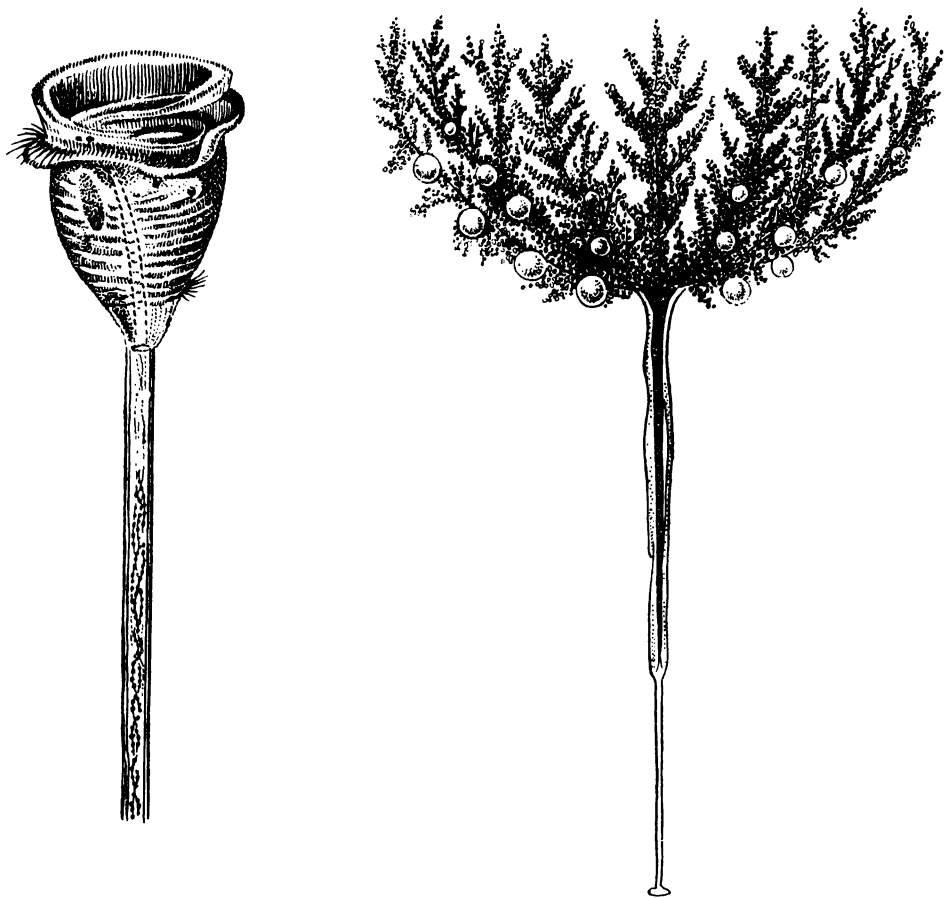
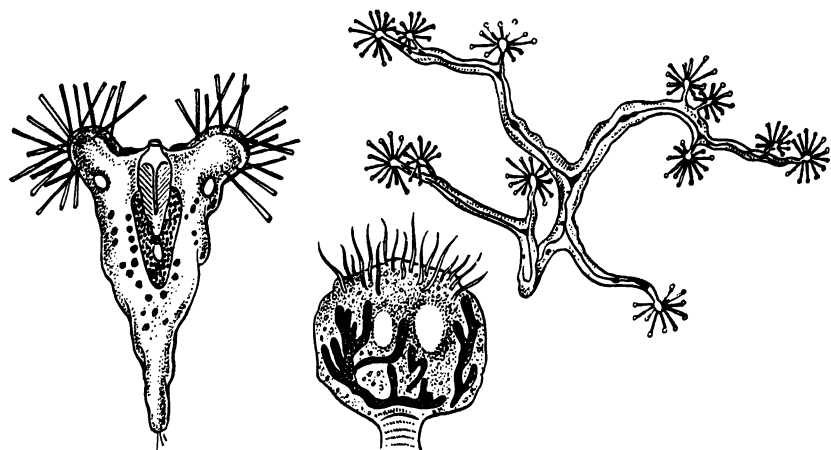


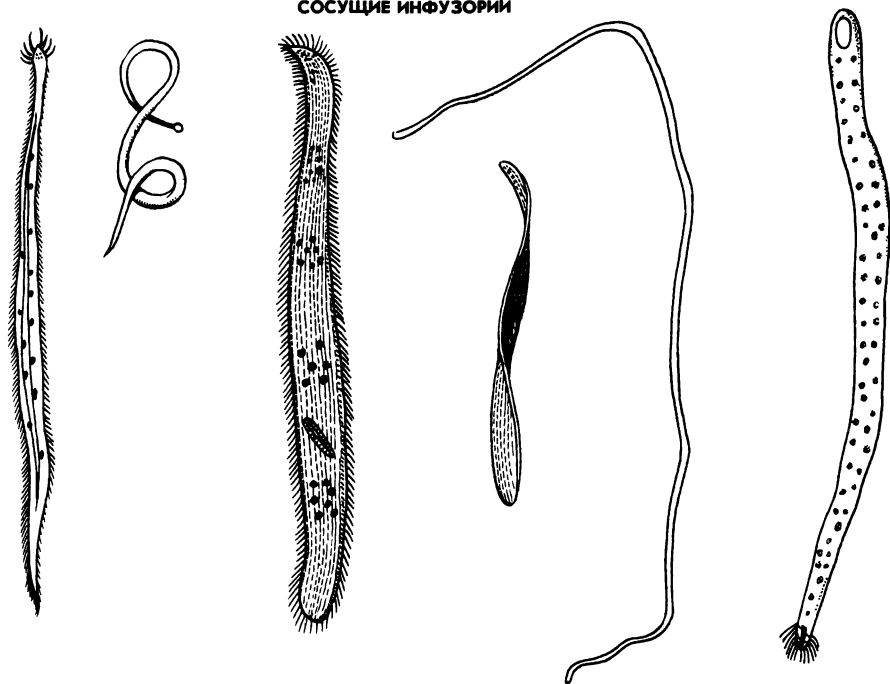
Рис. 74. Сидящая инфузория-сувойка (слева) и колония родича сувойки зоотамниума (на ветвях, как плоды, висят крупные особи-расселительницы)

нападают на одну жертву, как волки на оленя (см. рис. 73) Очень красивы сидячие инфузории. У сувойки (рис. 74) клетка напоминает изящный цветок, сидящий на тонком стебельке. Потревоженная сувойка, сокращая волоконца стебелька, скручивает его в спираль. Некоторые из сидячих инфузорий образуют красивые колонии, состоящие из 2—3 тыс. клеток общим размером до 3 мм (см. рис. 74).

Другие сидячие инфузории потеряли во взрослом состоянии реснички, но обрели трубчатые щупальца, через которые высасывают жертву. Их так и называют *сосущими* (рис. 75). Внешне они на инфузорий не похожи, но у них имеется макро- и микронуклеус, а молодые стадии покрыты ресничками (их называют *бродяжками*)



СОСУЩИЕ ИНФУЗОРИИ



ЧЕРВЕОБРАЗНЫЕ ИНФУЗОРИИ

Рис. 75. Сосущие и червеобразные инфузории (последние обитают в песке)

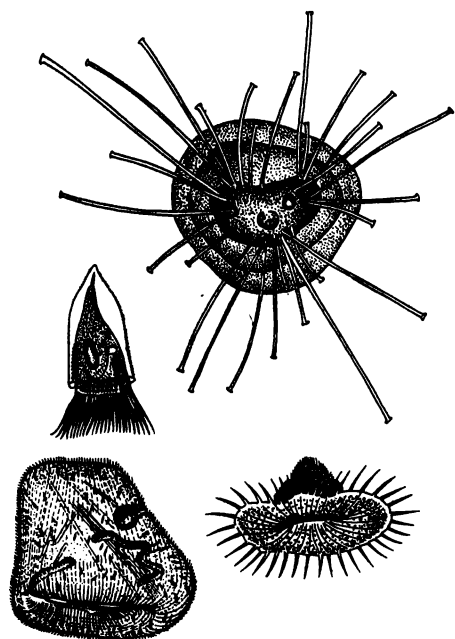


Рис. 76. Инфузории, обитающие в толще воды озера Байкал

Много инфузорий обитает в морской воде, пропитывающей песок на пляжах. У них червеобразная, вытянутая форма, такая, чтобы протискиваться между песчинками (см. рис. 75). Другие всю жизнь плавают в толще воды морей и крупных озер, иногда строя домики в виде колокольчика. У нас они обитают в озере Байкал (рис. 76). Многие простейшие из разных систематических групп становятся паразитами. Не избежали этого и некоторые инфузории. Крупная, до 1 мм в диаметре, инфузория ихтиофтириус (рыбья вошь) паразитирует на коже, плавниках и жабрах рыб, иногда причиняя большой вред в рыбоводных хозяйствах. Выросший ихтиофтириус отрывается от рыбы и оседает на дно, покрываясь прочной оболочкой — цистой. В ней он делится 10—11 раз, образуя до 2 тыс. бродяжек, которые заражают других рыб (рис. 77). Столь же опасны присасывающиеся к коже и жабрам рыб триходины, от них гибнет немало рыбьей молоди.

В кишечнике свиней паразитирует инфузория балантидиум; заразившийся ею человек заболевает тяжелой формой колита.

Похоже, вряд ли можно назвать паразитами инфузорий, обитающих в пищеварительном тракте копытных животных. У жвачных (коровы, олени, антилопы) они населяют сложный желудок вместе с бактериями и архебактериями, а также жгутиковыми. В содержимом первого отдела желудка коровы — рубце их часто более 1 млн. на 1 см³. Питаются они частицами пищи и бактериями. Новорожденный теленок этих инфузорий не имеет и заражается от матери, которая облизывает его (они попадают в слюну коровы при отрывании жвачки). У непарнокопытных (лошадь, зебра, осел) такие инфузории развиваются в толстой и слепой кишке.

Эти симбионты — самые сложные из инфузорий (рис. 78). У них развивается внутриклеточный скелет из пластинок вещества, похожего на клетчатку, так что они имеют постоянную сложную форму. Вреда хозяину они не приносят, а польза не установлена. Предполагают, что эти нахлебники, в конце концов перевариваемые хозяином, переводят растительный и бактериальный белок пищи в более ценный животный (т. е. коровы, размножая их в желудках, делают то же, что и животноводы, разводя коров).

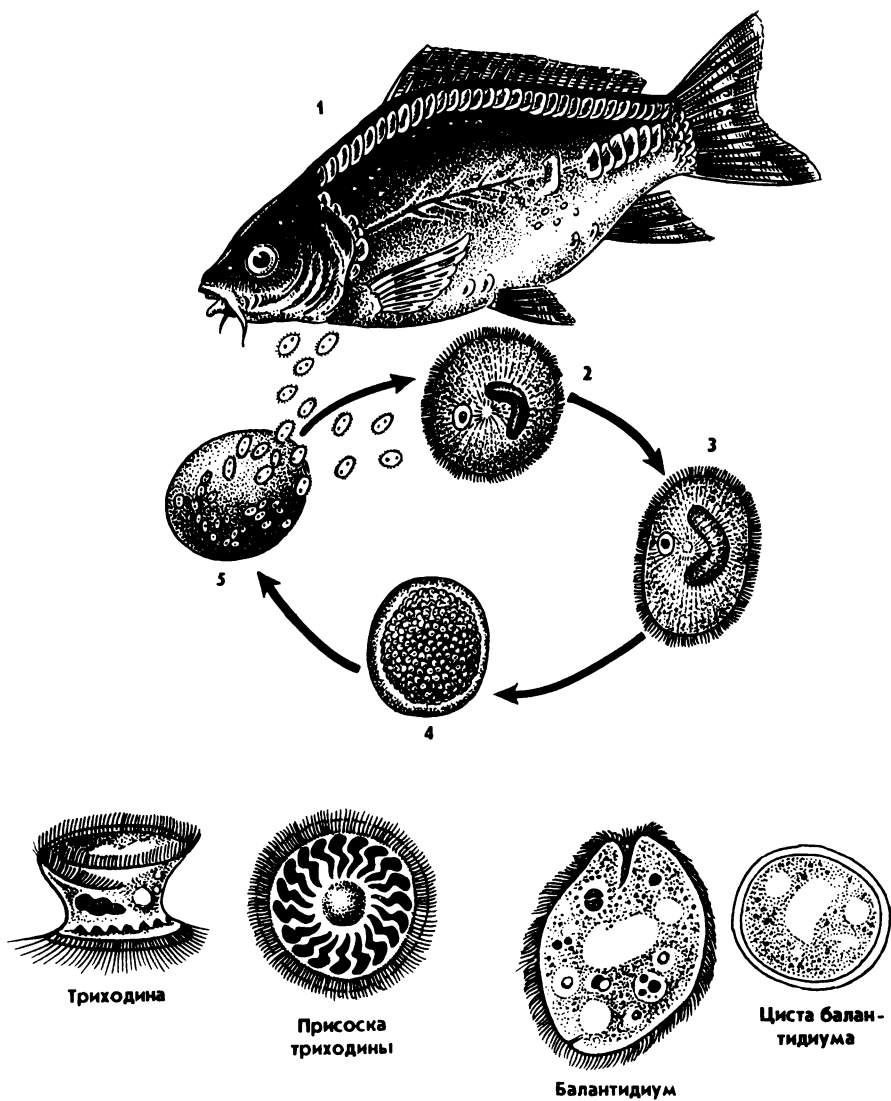


Рис. 77 Паразитические инфузории.

Вверху — цикл развития паразитической инфузории ихтиофтириуса;
 1 — карп, пораженный инфузурией; 2 — зрелый паразит на коже рыбы;
 3 — паразит, покидающий рыбу; 4 — циста; 5 — выход бродяжек из цисты

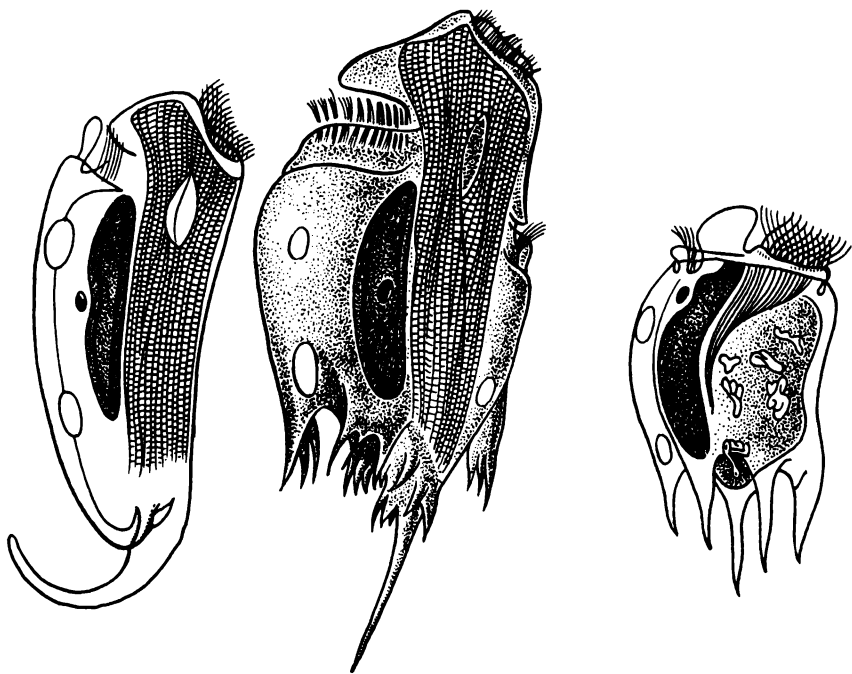


Рис. 78. Симбиотические инфузории пищеварительного тракта копытных (самые сложные из простейших)

Мы рассмотрели всех одноклеточных животных, т. е. тех, которые всю жизнь остаются на стадии одной клетки, лишь иногда образуя колонии. Их уже неудобно называть простейшими. Они смогли создать в пределах одной клетки все структуры, которые можно считать признаками высокой организации: рот, заднепроходное отверстие, аналог пищеварительной системы, скелет и др. Даже аналог нервной системы у них имеется: они реагируют на раздражение.

Но хотя простейшие населяют всю Землю, перестраивая ее облик, это все-таки тупик. Дальнейшее их развитие уже невозможно, и прежде всего из-за их одноклеточности. Одна клетка не может увеличивать свой размер беспредельно, потому что становится уязвимой к механическим воздействиям (попросту рвется).

А зачем увеличивать размер организма? Напомню: туфелька «пробегаёт» в секунду 10—15 своих длин. Казалось бы, блестящий результат. Человек среднего роста с резвостью туфельки пробегал бы стометровку за 4 с. Но в масштабах туфельки 10—15 длин — это всего 2—3 мм. Так что когда мы переходим от относительных к абсолютным измерениям, все преимущества мелких организмов теряются.

Крупный подвижный организм может обследовать в поисках пищи гораздо большую территорию, да и возможность избежать опасности у него больше. Например, при лесном пожаре мыши гибнут, а олени могут убежать. Поэтому дальнейший путь развития животных неизбежно был связан с возникновением *многоклеточности* — сообщества клеток, составляющих единое целое, единый организм.

ГЛАВА 8. ПЕРВЫЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Низшие многоклеточные: происхождение. Тип плакозоев (пластинчатых). Тип губок. Тип кишечнополостных. Тип гребневики

Низшие многоклеточные: происхождение

В конце главы 7 мы пришли к заключению, что совершенствование организма в пределах одной клетки имеет пределы, как и размеры самой клетки. Отсюда вытекал вывод, что гораздо большие перспективы у многоклеточных — коопераций специализированных клеток, выполняющих разные функции. Как возникли многоклеточные организмы?

Большинство зоологов считает, что первые многоклеточные животные произошли от каких-то колониальных жгутиконосцев.

Низшие многоклеточные *двуслойны*. Они состоят из наружного — эктодермы (наружная кожа) и внутреннего слоя клеток — энтодермы (внутренняя кожа). Эти первичные слои клеток называют зародышевыми листками. При развитии зародыша клетки эктодермальные могут прорасти в энтодермальные. Например, наша нервная система — головной и спинной мозг — производное эктодермы, хотя и находится «внутри» организма.

Индивидуальное развитие многоклеточного организма (*онтогенез*) начинается с единичной клетки — зиготы. Она, несколько раз разделившись, образует скопление клеток — *морулу* (от латинского названия шелковицы — «морус»; кому-то она напомнила соплодие тутового дерева). В конце концов образуется полый шар из одного слоя клеток, по типу схожий с вольвоксом, — *бластула*.

Э. Геккель предположил, что вольвоксовидный древний организм, схожий с бластулой, претерпел нехитрое изменение. Его однослойная стенка стала впячиваться внутрь. Из вмятины возникла первичная кишечная полость, открывающаяся наружу ротовым отверстием, а ввернутая внутрь часть эктодермы стала энтодермой.

Такой процесс называется *инвагинацией* (впячиванием), а образующийся при этом двухслойный зародыш — *гастроулой*. (Корень тот же, что и в слове «гастроном», от лат. «гастер» — желудок; гастроула — обладающая первичной пищеварительной системой.) И процесс инвагинации, и

гастролу можно наблюдать на ранних стадиях развития многих животных, а некоторые организмы на стадии гастролы остаются всю жизнь. Это кишечнополостные, с которыми мы познакомимся в настоящей главе.

С Э. Геккелем не согласился один из крупнейших наших зоологов И. И. Мечников. Он считал, что инвагинация — процесс вторичный. И. И. Мечников, изучая онтогенез низших многоклеточных, обнаружил, что у многих из них второй слой клеток — энтодерма — образуется иначе. По И. И. Мечникову, некоторые клетки эктодермы «заползали» во внутреннюю полость и, размножаясь там, образовывали второй зародышевый листок — энтодерму. Эти клетки были способны к амебоидному движению и могли путем фагоцитоза захватывать пищевые частицы. И. И. Мечников назвал их *фагоцитами* (пожирающими клетками). Так снабженные жгутиками клетки эктодермы взяли на себя функцию движения, а ушедшие внутрь первичной полости — функции питания и размножения.

ТИП ПЛАКОЗОВ (ПЛАСТИНЧАТЫХ)

С 1883 г. биологам известны мелкие (до 1 см) плоские животные, медленно ползающие по твердому субстрату, например по стеклам морских аквариумов. Их относят к роду трихоплакс (покрытая волосами, точнее — жгутиками, пластинка).

Известно два их вида. Сторона тела, прилегающая к субстрату, — «брюшная», состоит из высоких клеток, «спинная» — из более уплощенных. Самое удивительное, что тело трихоплакса состоит из одного слоя клеток. Это как бы расплюснутая по поверхности субстрата бластула (рис. 79).

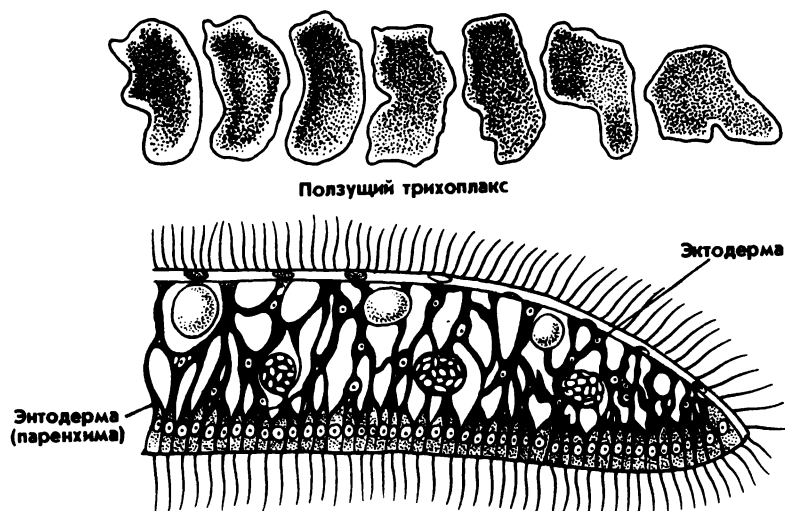


Рис. 79. Трихоплакс — представитель типа плакозоев.

Внизу — срез через тело трихоплакса

Уплощенное мешковидное тело трихоплакса ползет по твердой поверхности с помощью ресничек. Далее, оказалось, что клетки поверхности, захватив пищевые частицы (обычно мелких водорослей и бактерий), мигрируют в полость тела и образуют рыхлую ткань — *паренхиму*. У трихоплакса мы видим энтодерму в процессе становления. Все происходит точь-в-точь по И. И. Мечникову! Очевидно, трихоплакс — древнейший многоклеточный организм, живой свидетель эпохи возникновения многоклеточности. Его родословная уходит за миллиард лет.

Открытие тонкой структуры строения трихоплакса сильно подкрепило теорию Мечникова. Не исключено, однако, что многоклеточность возникла не один раз и оба классика правы.

ТИП ГУБОК

Не считая пластинчатых, губки — самые простые многоклеточные животные. У них еще нет органов и тканей, хотя разнообразные их клетки выполняют разные функции. Это сидячие животные, главным образом морские — около 5 тыс. видов губок обитает в морях.

Характерная особенность губок — то, что внутренние полости их выстланы слоем жгутиковых клеток — *хоаноцитов*, у которых вокруг жгутика имеется «воротничок» (рис. 80). Такие же воротничковые клетки имеются у представителей отряда одноклеточных — воротничковых жгутиковых (возможно, предков губок).

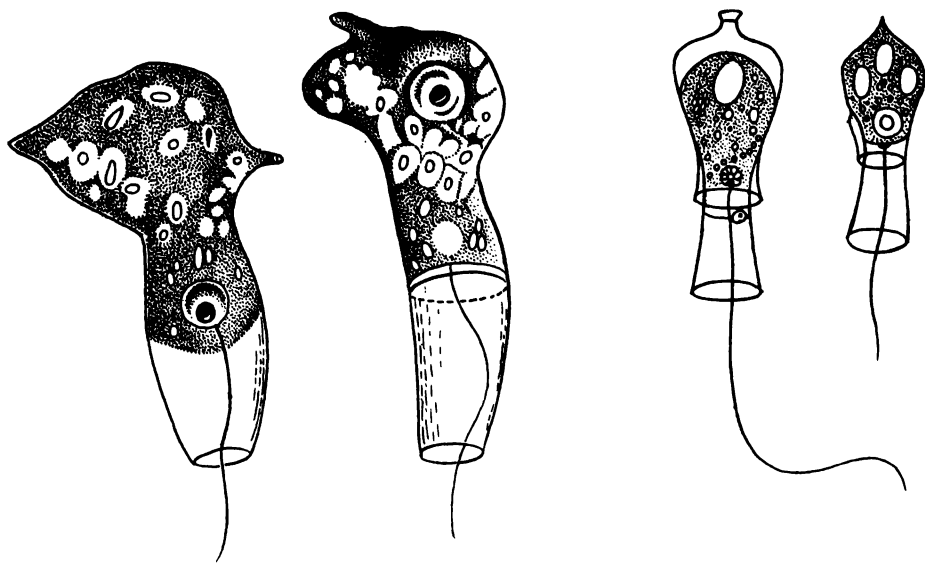


Рис. 80. Воротничковые жгутиковые клетки простейших (слева) и губок (справа)

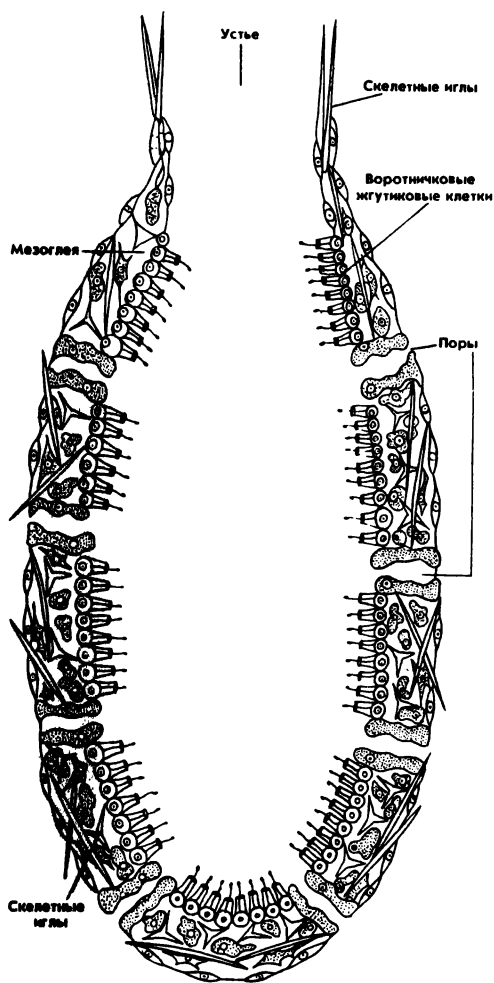


Рис. 81. Схема строения губки

жгутиковыми клетками. Очищенная вода выводится через устье — крупное отверстие на конце тела. Так губка фильтрует воду. Это простейший тип строения губок — *аскон*. Но у большинства из них возникает много подобных камер, такие типы называют *сикон* и *лейкон* (рис. 82). Губки к тому же обычно образуют колонии со множеством устьев на поверхности: в виде корок, пластинок, комьев, шаров и кустов. Больше всего их на каменистых грунтах в местах с сильными течениями.

Губки часто окрашены в яркие цвета: желтый, оранжевый, зеленый. В последнем случае окраска обусловлена симбиотическими водорослями —

Простейшие губки имеют форму мешка с отверстием наверху или глубокого бокала (рис. 81), состоящего из двух слоев клеток. Считается, что наружный слой — эктодерма, а внутренний — энтодерма (на самом деле как раз наоборот). Между ними располагается бесструктурная студенистая масса — *мезоглея* («срединный клей»). В ней располагаются многочисленные отдельные клетки, в том числе образующие иглы — *спикулы* из CaCO_3 или SiO_2 . Иглы срастаются, образуя скелет. Иногда скелет образован частично или полностью органическим веществом, похожим на рог. В последнем случае он эластичен и, освобождаясь после смерти губки, выглядит упругой пористой массой. Ее-то и называют туалетной губкой.

Кроме скелета в мезоглее встречаются разнообразные клетки: скелетообразующие, выделяющие материал для спикул, амебообразные, наконец, недифференцированные, из которых развиваются все прочие клетки, включая половые.

Все тело губок пронизано тонкими каналами, ведущими в центральную полость, стенки которой покрыты жгутиковыми клетками. Непрерывная работа жгутиков создает ток воды через каналы в полость. Губка неподвижна и питается теми пищевыми частицами, которые попадают в центральную полость с водой и захватываются

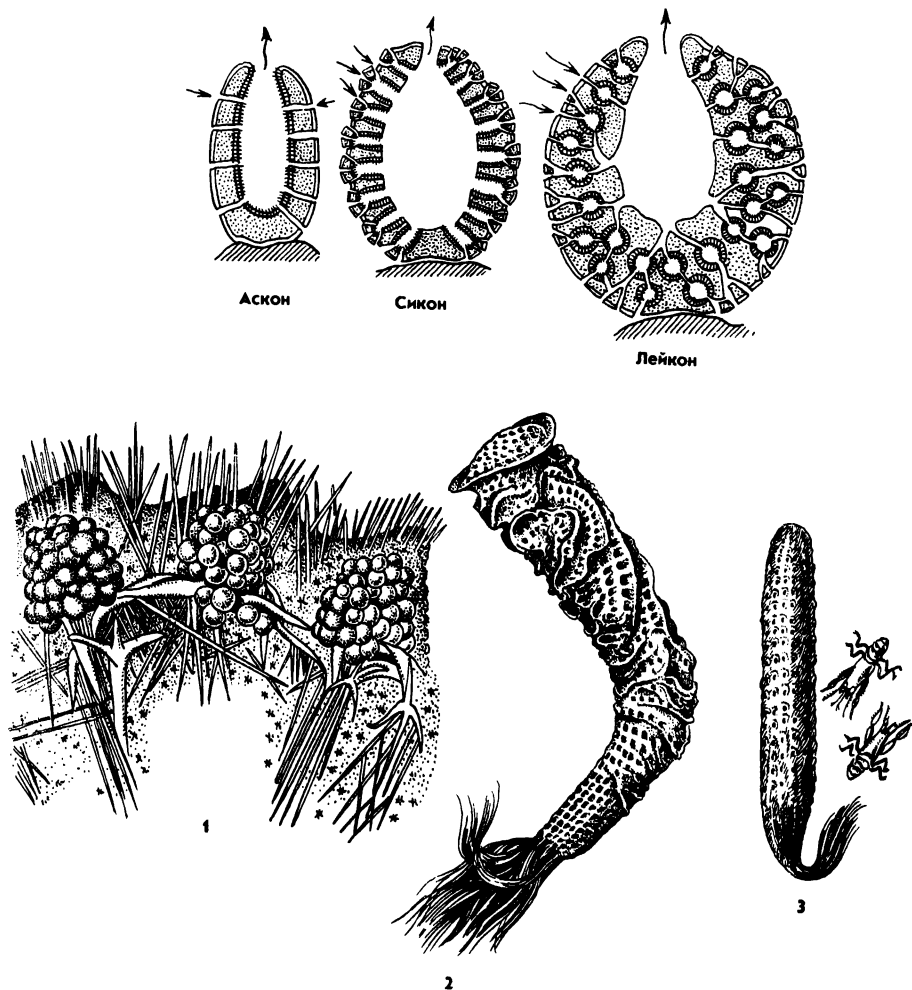


Рис. 82. Типы строения губок.

Стрелками показано направление тока фильтруемой воды; 1 — скелет губки-геодии; 2 — стеклянная губка эуплектелла; 3 — «корзинка Венеры» с рачками-квартирантами

зоохлореллами. Такие кустистые губки образуют, например, темно-зеленый пояс по всему мелководью Байкала. Прославленная чистота байкальской воды создается в значительной мере этими неумолимыми фильтраторами. Губка высотой около 5 см пропускает через себя более 12 л воды в сутки.

Кроме байкальских в пресных водах живут еще бодяги, обрастающие корками камни и коряги в чистых реках и озерах. У бодяг образуются осенью зимующие почки — *геммулы*, защищенные двойной оболочкой с воздуш-

ной прослойкой. Остальные виды губок (около 3 тыс.) обитают в морях и океанах, вплоть до самых больших (11 тыс. м) глубин.

Врагов у губок практически нет, кроме ряда морских звезд. Прочих отпугивает не только колючий скелет, но и резкий специфичный запах веществ, выделяемых ими. Эти вещества токсичны для многих животных. Но зато у губок много нахлебников и квартирантов. В полостях и пустотах колоний губок обитает масса мелких ракообразных, червей, моллюсков, живущих под их защитой.

У берегов Японии на большой глубине встречается губка с ажурным «стеклянным» скелетом, называемая корзинкой Венеры. В каждой такой губке обитает пара рачков — самец и самка. Они попадают туда личинками и потом не могут выбраться через мелкие поры. Скелеты корзинок Венеры с высушенными рачками-квартирантами японцы дарят молодоженам на свадьбе как символ супружеской верности. По-японски они называются: «Вместе жить, вместе быть похороненными».

Кроме туалетных губок, полезных видов в этом типе практически нет. Они очищают воду, иногда их используют в народной медицине и как сувениры.

Кроме бесполого размножения (почкования), губки размножаются половым путем. Замечателен способ развития личинки. Из яйцеклетки развивается бластула из одного слоя жгутиковых клеток (рис. 83). Некоторые клетки мигрируют в полость тела — в *бластоцель* (от греч. «бластула» и «целум» — пространство, полость). Казалось бы, дальше все пойдет как у трихоплакса. Но нет — клетки на одном полюсе личинки теряют жгутики. Жгутиконосные клетки обрастают крупные клетки без жгутиков. Получается

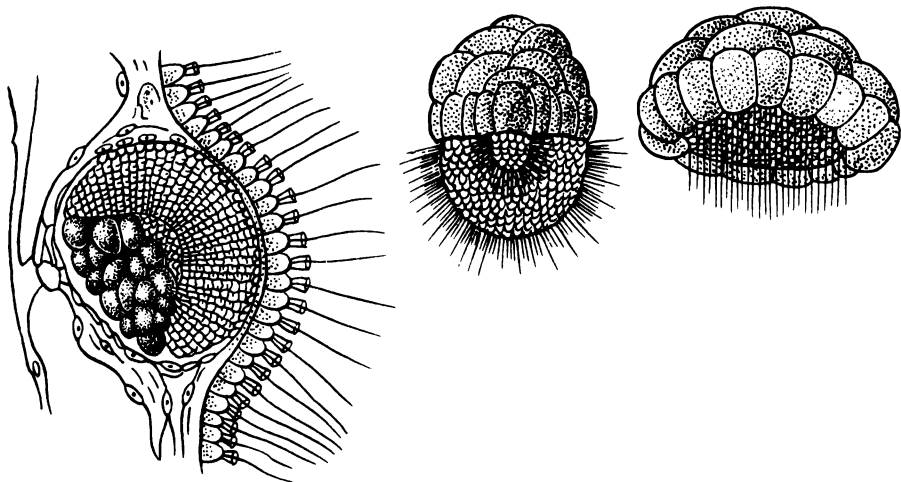


Рис. 83. Развитие губки:

слева направо — крупные клетки эндодермы впячиваются внутрь зародыша; обратное выпячивание крупных клеток; впячивание внутрь жгутиконосных клеток эктодермы

двуслойный зародыш с эктодермой и энтодермой. А далее жгутиконосные клетки эктодермы внедряются внутрь зародыша, энтодерма оказывается снаружи. Именно поэтому воротничковые жгутиковые клетки выстилают центральную полость губки.

Значит, эктодерма у губок внутри, а энтодерма снаружи. Губки — животные, вывороченные наизнанку, как пальто подкладкой наружу. Поэтому их считают слепой ветвью, тупиком развития живой природы. Одни из самых древних многоклеточных Земли, они и до сих пор процветают. Однако не они наши предки.

Второй тип низших многоклеточных — кишечнополостные — также, по современным представлениям, оказывается в стороне от главной магистрали развития жизни.

ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫХ

Представьте себе бластулу, претерпевшую влиячивание настолько, что вмятина вытесняет всю первичную полость бластулы — *бластоцель*. Получится двуслойный организм, полость тела которого и является полостью кишечника. Отсюда и название типа — кишечнополостные. Познакомимся с деталями их строения на примере наиболее доступного представителя — пресноводной гидры (рис. 84).

Гидру описал первооткрыватель микромира А. Левенгук, но первым исследователем ее в середине позапрошлого века стал молодой учитель и любитель-натуралист Р. Трамбле. Он и дал ей название — гидра.

Гидр легко можно обнаружить на листьях водных растений, собранных в водоемах с чистой водой. Потревоженные гидры сжимаются в комочки, но в аквариуме расправляются. Тело гидры стебельчатое, с венцом из 5—12 щупалец вокруг ротового отверстия. Она присасывается к субстрату подошвой, но может и медленно передвигаться, скользя на подошве или «шагая», попеременно схватываясь щупальцами и подошвой.

Фактически гидра — двуслойный мешочек из эктодермы и энтодермы, между которыми расположен тонкий неклеточный слой мезоглеи. Все тело ее действительно занято кишечной, или гастральной, полостью, заходящей даже в щупальца. Такие организмы называют *полипами*.

Однако устроена она сложнее губки. Кроме эпителиальных клеток, у нее имеются эпителиально-мышечные (рис. 85) с длинным отростком, состоящим из сократительных волокон, и нервные клетки, образующие рассеянную нервную систему (больше всего их на щупальцах и вокруг ротового отверстия).

Некоторые гидры ярко-зеленые от симбиотических водорослей — зоохлорелл, однако все они, несмотря на полусидячий образ жизни, хищники, опасные для мелких животных (размер полипов не более 1 см, а добычу они захватывают немногим меньшею). Оружие кишечнополостных — стрекательные клетки, расположенные главным образом на щупальцах (см. рис. 85). При раздражении чувствительного волоска стрекательная клетка с силой выстреливает нить, покрытую ядовитой жидкостью и усаженную направленными назад, как у гарпуна, зубчиками. Такой «выстрел» парализует мелких животных, и, сокращая щупальца, гидра заталкивает их

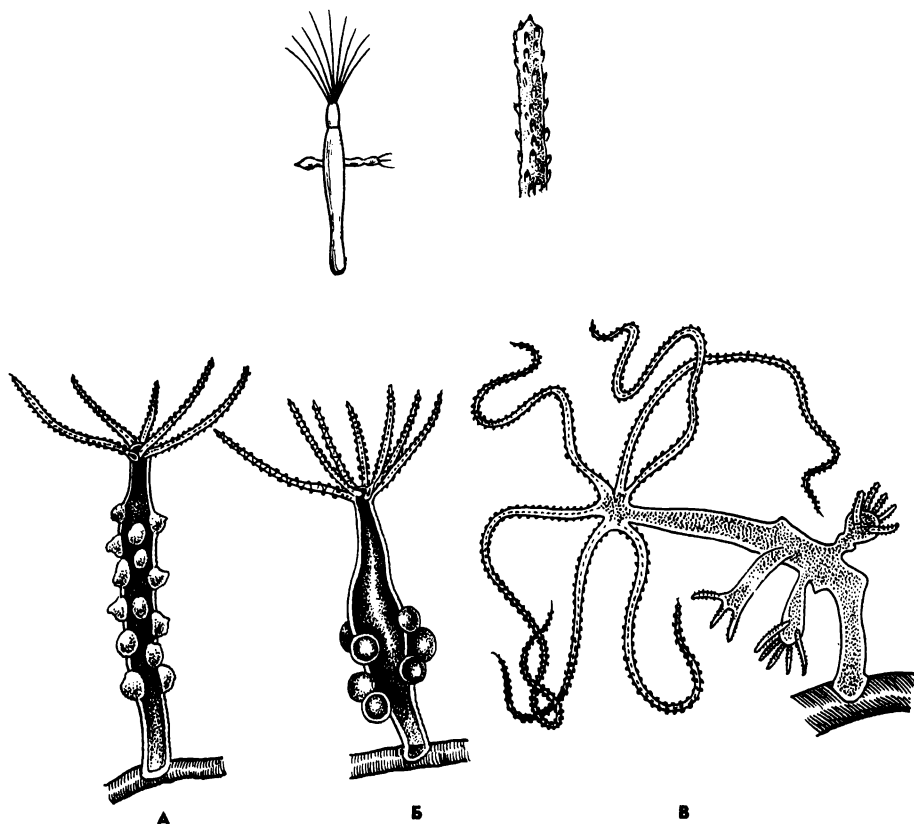


Рис. 84. Гидра:

вверху — первый ее рисунок, сделанный Левенгуком (общий вид и конец щупальца); *внизу* — мужской (А), женский (Б) и почкующийся (В) экземпляры

в ротовое отверстие. Это и хорошее оружие защиты. Сработавшая стрекательная клетка погибает, и на ее месте возникает новая.

Проглоченная добыча переваривается клетками энтодермы, выстилающими гастральную полость. Они имеют 1—3 жгутика и могут образовывать псевдоподии. Непереваренная пища выбрасывается через рот. Полипы гидр способны к регенерации: из разрезанной на куски гидры возникают новые особи.

Гидры размножаются почкованием, но у них имеется и половой процесс. Мужские и женские гонады образуются из клеток эктодермы (см. рис. 84). После оплодотворения зигота окружается прочной оболочкой и в таком виде переживает зиму. Но этот цикл вторично упрощен. Он возник из более сложного, с чередованием поколений, который характерен для морских кишечнополостных.

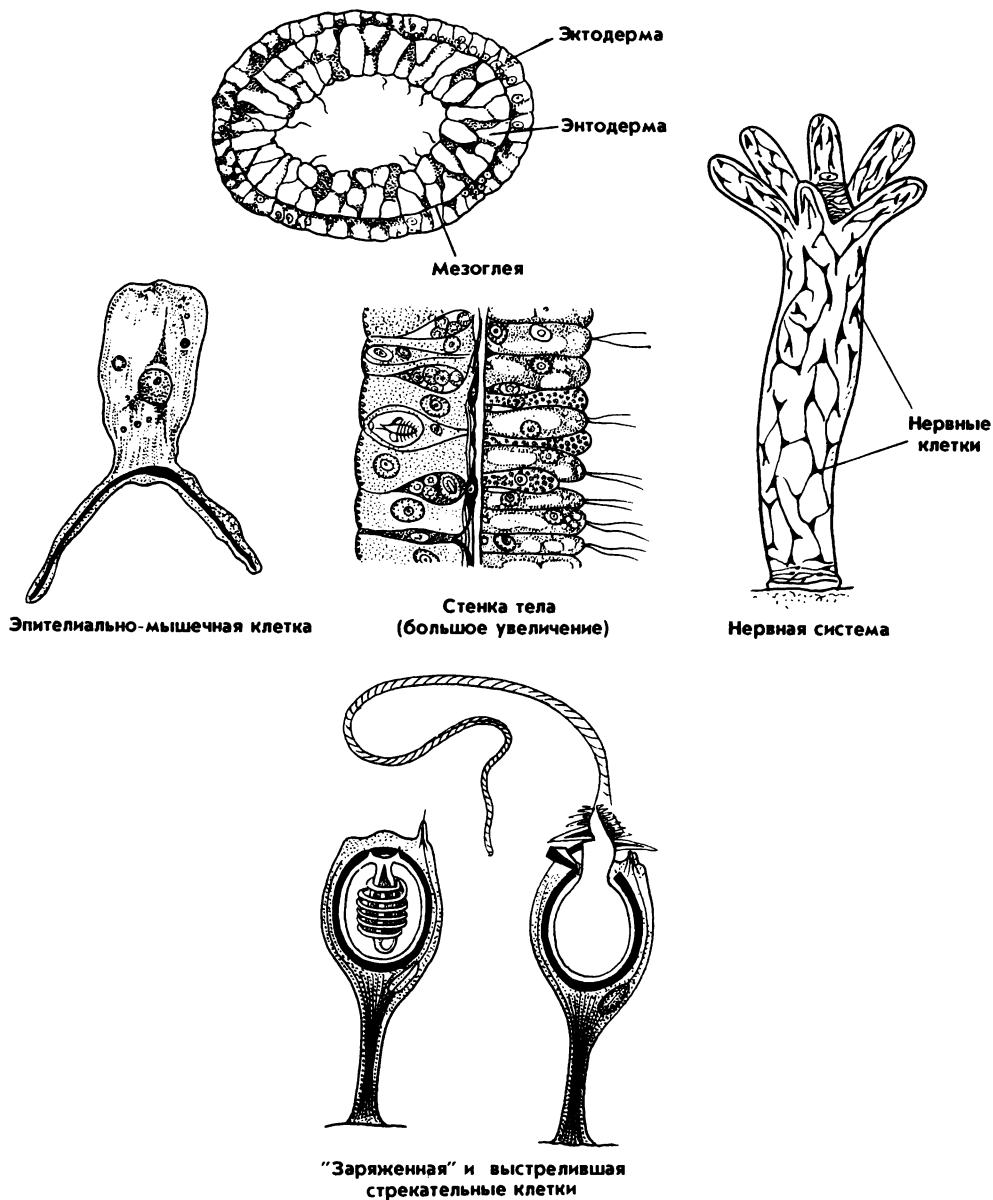


Рис. 85. Детали строения тела гидры:
вверху — срез через тело

ПОНЯТИЕ О СИММЕТРИИ

Прежде чем рассматривать других кишечнополостных, разберемся в понятии *симметрии*.

Геометры называют симметричными тела, или фигуры, части которых путем известных преобразований могут быть совмещены друг с другом. Для нас наиболее привычна *двусторонняя* — *билатеральная симметрия*, так как наши тела построены по этому типу. Для него характерно понятие «плоскости симметрии» — такой плоскости, которой можно условно разделить тело на две равные половины, зеркально подобные. Правая половина — зеркальное отражение левой, и наоборот. Вы можете надеть левую перчатку на правую руку, лишь предварительно вывернув ее.

Двусторонняя симметрия характерна для подвижных животных, активно меняющих местонахождение. Для них применимы понятия *правая и левая, спинная и брюшная стороны*.

Есть и другой тип — *радиальная, или радиальноосевая, симметрия*. Как и двусторонняя, радиальная симметрия возникла из первичной ассиметрии. У амёб и прочих амёбовидных клеток, у трихоплакса нет постоянной формы тела и нет симметрии.

При возникновении радиальной симметрии появляется условная ось тела, вокруг которой можно повернуть его на определенный угол для того, чтобы оно совпало само с собой. У шестигранной гайки, например, этот угол равен $360^\circ : 6 = 60^\circ$. Можно сказать, что у гайки шестилучевая симметрия, если не учитывать винтовую резьбу, внутри. (Спиральная симметрия — особый тип, который мы рассматривать не будем). Нетрудно сообразить, что у шаровидных клеток, например кокков у бактерий и у шаровидных колоний вроде вольвокса, число осей и лучей симметрии равно бесконечности.

Теперь вернемся к гидре. Ось симметрии у нее можно провести через ротовое отверстие и центр подошвы. Лучей симметрии будет столько же, сколько щупалец (5—12). Такой тип строения характерен для организмов малоподвижных или сидячих. Он очень распространен, например, у растений. И сами растения, и их части обычно радиально-симметричны. Вспомните актиноморфные цветки: пятилучевые у двудольных и трехлучевые у однодольных. Многие из них становятся зигоморфными, подстраиваясь под двустороннюю симметрию насекомых-опылителей: таковы бобовые, губоцветные, орхидеи.

Оба типа симметрии часто нарушаются. Вы знаете, что у правшей правая рука крупнее левой, у левшей — наоборот, что сердце у нас только с левой стороны.

Класс гидроидных и сцифоидных полипов и медуз

Гидра относится к классу гидроидных. Большинство их (около 2700 видов) обитает в морях, и устроены они сложнее. У гидр почки отрываются от основного полипа и начинают вести самостоятельную жизнь. У морских полипов почка, как правило, остается на материнской особи, и возникает колония в виде деревца или кустика. Все особи колонии, точ-

нее, все их гастральные полости соединены тонким каналом, так что переваренная добыча, захваченная одним полипом, делится «по-братски».

На стадии полипа идет бесполое размножение. Но время от времени на колониях образуются особые почки, дающие свободно плавающих особей — *медуз*. Тип строения медузы такой же, как у полипа, но она имеет вид зонтика или колокольчика. Гастральная полость делится на центральный желудок и радиальные каналы (рис. 86). Мезоглея медуз сильно увеличивается, разбухает и образует большую часть тела. Плавают они, ритмично сокращая зонтик; при этом вода в вогнутости зонтика выталкивается из него, и медуза движется по реактивному принципу.

Как и полипы, медузы — хищницы, их щупальца усажены стрекательными клетками. Поскольку они активно плавают, их нервная система устроена сложнее, чем у родителей-полипов, а у основания щупалец имеются глаза и органы равновесия. Медуза может отличать свет от темноты и верх от низа. Именно у медуз развиваются половые клетки. Яйцеклетки и спермии выходят наружу, оплодотворение происходит в воде, и образуется личинка, покрытая ресничками, — *планула*. Она оседает на дно и дает начало колонии полипов.

Итак, происходит чередование поколений: полип — медуза, как у растений (гаметофит — спорофит). Но у кишечнополостных гаплоидны только половые клетки.

У ряда гидроидных какое-нибудь из поколений редуцируется. Некоторые медузы утратили способность образовывать стадию полипа и размножаются только половым путем. У других полипов, наоборот, медузоидная почка не отрывается от колонии, и в ней формируются половые клетки. Пресноводная гидра, похоже, прошла этот путь до конца, у нее от медузоидных почек остались одни гонады.

К гидроидным близки сифонофоры (несущие сифон, трубку). Это свободноплавающие колонии полипов, сидящих на общем стебле — сифоне. Плаучесть им придает заполненный газом пузырь на конце стебля. Полипы сифонофор различаются по строению и функциям; некоторые имеют щупальца — ловчие арканы, усаженные батареями мощных стрекательных клеток, опасных и для человека. Обитают они в теплых морях, достигая 10 м в длину.

Другой класс — сцифоидные медузы — характеризуется слабым развитием стадии полипа и сложной крупной медузой (рис. 87). Это как раз те медузы, которых мы видим с борта судна или при купании. Гидроидные медузы мелкие — 1—2 см. У сцифоидных, например обычной в наших морях ушастой медузы — аурелии, диаметр зонтика до 40 см, у северной цианеи — до 2 м, а многочисленные щупальца тянутся на 10—15 м. У них сложная система пищеварительных каналов, имеются глаза и органы равновесия. Это все хищники, захватывающие даже мелких рыб.

У некоторых стрекательные клетки опасны для человека. В Японском море в теплый сезон в массе размножается мелкая гидроидная медуза — «крестовичок», вызывающая на теле купальщиков ожоги и общее отравление (боли в пояснице, удушье, онемение конечностей). Возможен смертельный исход, поэтому обращение к врачу обязательно, а до того надо проглотить таблетку димедрола.

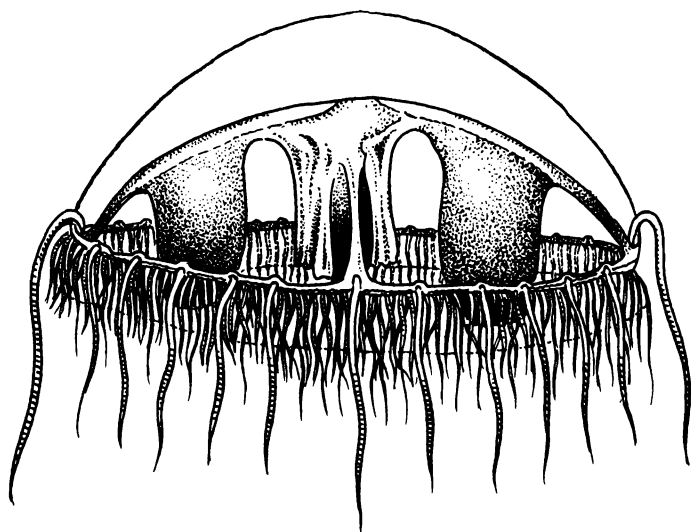
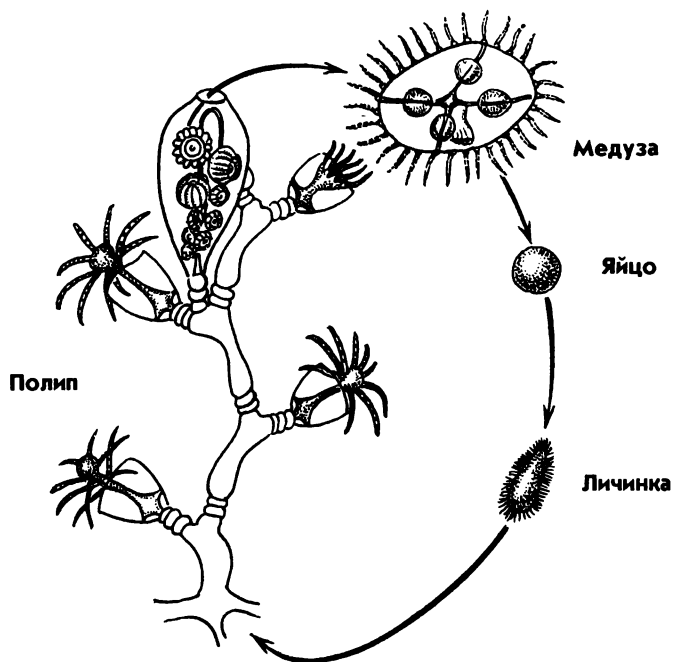
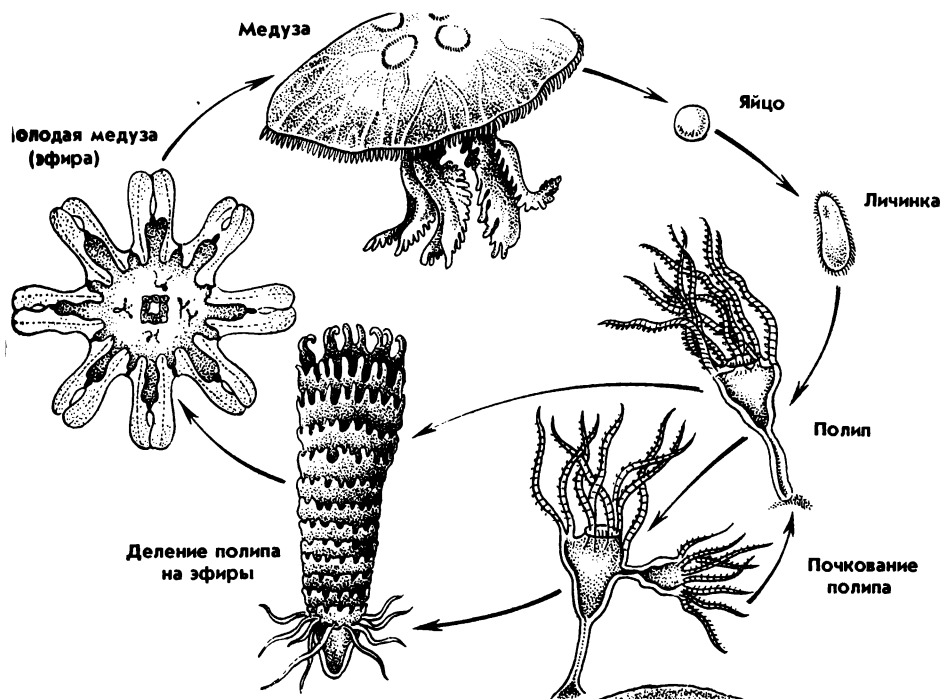
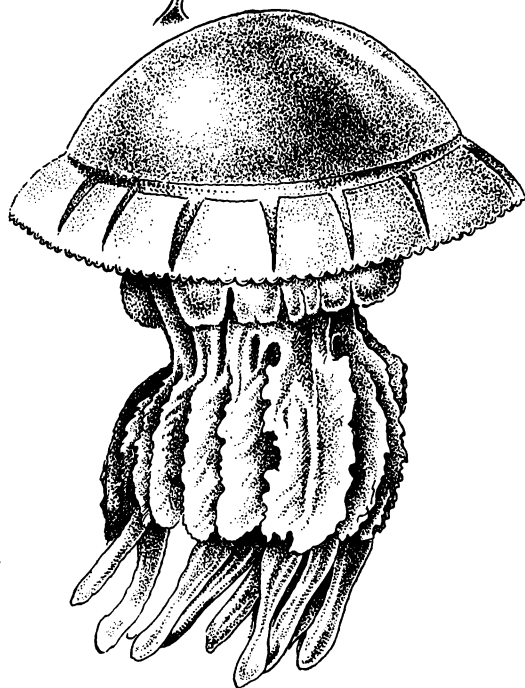


Рис. 86. Гидроидные полипы:
вверху — цикл развития; *внизу* — пресноводная краспедакуста



Цианея



Корнерот

Рис 87 Сцифонидные полипы и медузы:
вверху — цикл развития аурелии; внизу — медузы наших морей

Еще более опасны некоторые австралийские медузы, ожог которых так силен, что получивший его пловец может потерять сознание и захлебнуться. Опасны и некоторые сифонофоры, например физалия, тропический «португальский военный корабль» (рис. 88). Ожог его щупальцами можно сравнить с сильным ударом электрического тока. Наоборот, наши крупные аурелии и цианеи практически не жгутся. Шерлок Холмс у Конан-Дойля, похоже, спутал цианею с физалией (см. рассказ «Тайна львиной гривы»). В Черном море можно остерекаться, как о крапиву, о медузу корнерота (она крупная, некоторые экземпляры с трудом влезают в ведро). У других видов опасны сидячие формы — полипы, яд которых может быть в 100 раз сильнее яда кобры. Но это уже представители другого класса — коралловых полипов.

Класс коралловых полипов (антозоев)

Из огромного (6 тыс. видов) и разнообразного класса коралловых полипов рассмотрим только отдельных, самых интересных и важных представителей. Латинское название этого класса — антозои (животные-цветы) отражает старые представления. Еще в позапрошлом веке их считали или растениями, или промежуточной между растениями и животными группой — *зоофитами* (животнорастениями). Но это все-таки настоящие животные — полипы.

Полип кораллов устроен сложнее, чем гидроидный. Вся сложность объясняется тем, чтобы максимально увеличить всасывающую поверхность гастральной полости. Как и у гидры, ротовое отверстие окружено венцом щупалец, но сам рот сплюснут в узкую щель с двумя отверстиями на краях. В одно отверстие вода поступает внутрь полипа, через другое — выходит. Ток воды создает работа жгутиковых клеток энтодермы. Рот раскрывается лишь для захвата крупной добычи. Края его завернуты внутрь, образуя глотку (рис. 89).

Гастральная полость поделена на камеры радиальными перегородками — *септами*. Их столько же, сколько у полипа щупалец. Тем самым поверхность энтодермы существенно увеличивается (см. рис. 89) и полип быстрее переваривает добычу.

Коралловые полипы не имеют медузной стадии. Половые продукты у них образуются в перегородках гастральной полости и потом выбрасываются через ротовое отверстие наружу. Личинка (планула), работая ресничками, плавает в толще воды, оседая затем на дно, и превращается в полип. Широко распространено у них почкование, при этом часто возникают огромные колонии, изменяющие лик земного шара.

В систематике коралловых полипов большое значение придают типу симметрии. Представители подкласса восьмилучевых кораллов имеют восьмилучевой тип строения: у них восемь щупалец и восемь перегородок в гастральной полости. Точнее, у всех коралловых полипов имеется и двухлучевой тип симметрии — из-за того, что глотка и рот сплюснуты. Колонии их разнообразны (рис. 90), но чаще имеют вид кустиков или маленьких деревьев. У многих в мезоглее закладываются известковые иглы, срастающиеся и склеивающиеся роговым веществом в прочный скелет от белого до черного цвета. Наиболее плотен скелет у благородного, или красного, коралла, встречающегося на довольно больших глубинах (30—300 м) в Средиземном море и ближней части Атлантики. Его веточки, слабо-розовые, красные и почти черные, высоко ценятся в качестве украшений. Но это все-таки обычный CaCO_3 — карбонат кальция, известка, подкрашенная ржавчиной. Го-

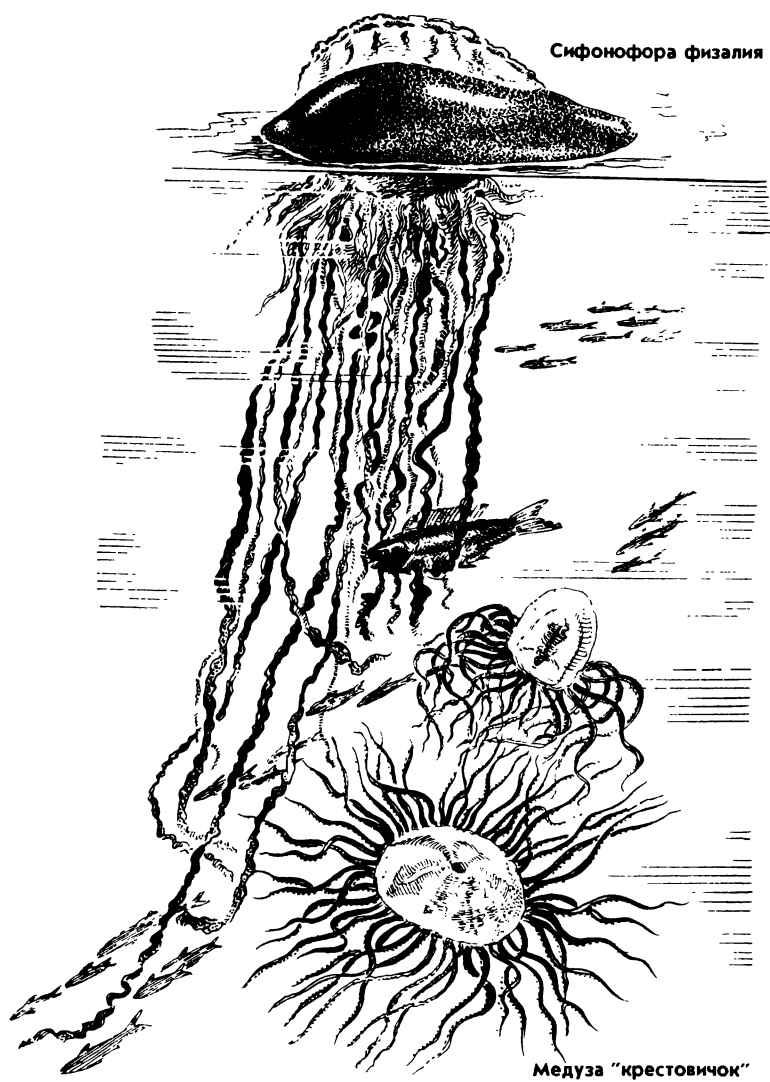


Рис. 88. Опасные для человека кишечнополостные

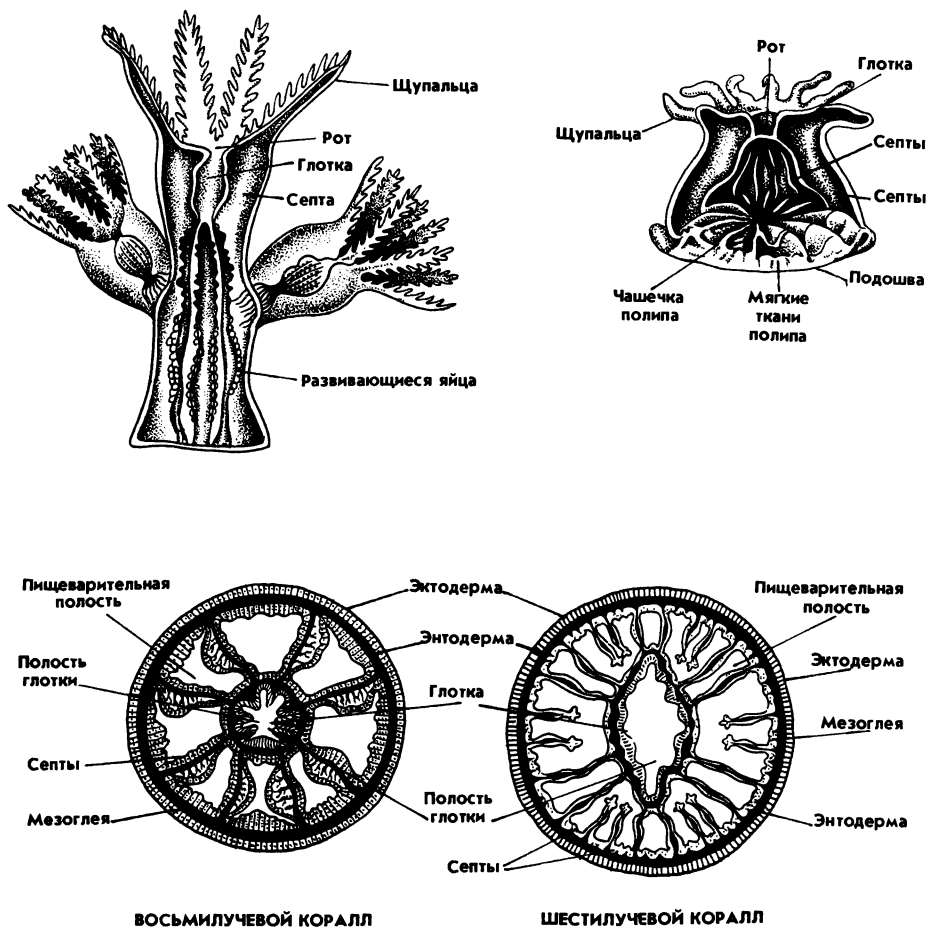


Рис. 89. Коралловые полипы:
внизу — срезы на уровне глотки; вверху — схемы строения

раздо большую пользу приносят добываемые из этих кораллов медицинские препараты — простагландины.

В подклассе шестилучевых кораллов число щупалец и перегородок в гастральной полости равно шести парам или кратно шести. В нем наиболее известны две группы.

Мягкие бесскелетные полипы, не образующие колоний, называются *актиниями* или *морскими анемонами*. Это довольно крупные, до 60 см в диаметре, животные, порой ярко раскрашенные. В спокойном состоянии они

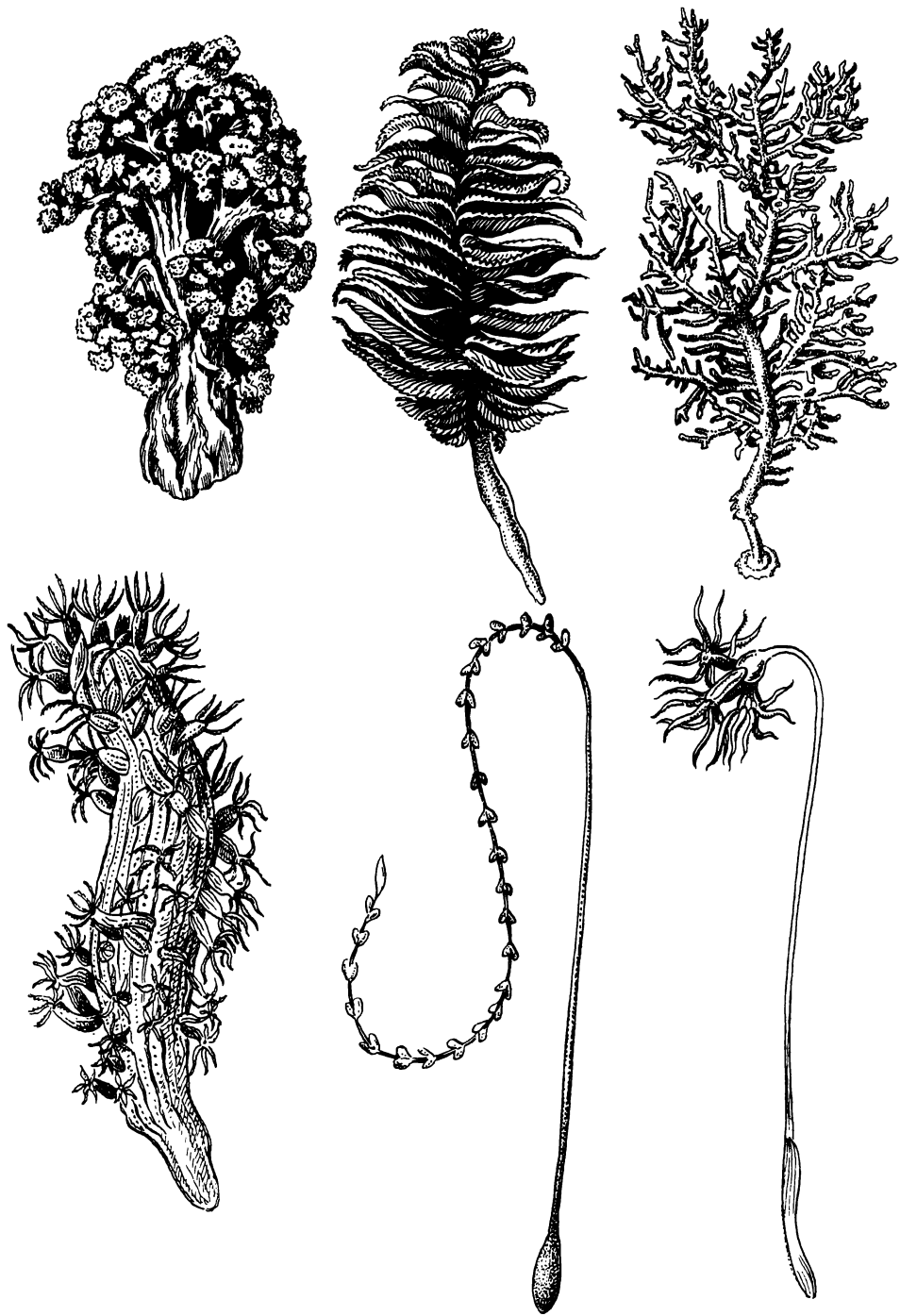


Рис. 90. Восьмилучевые кораллы

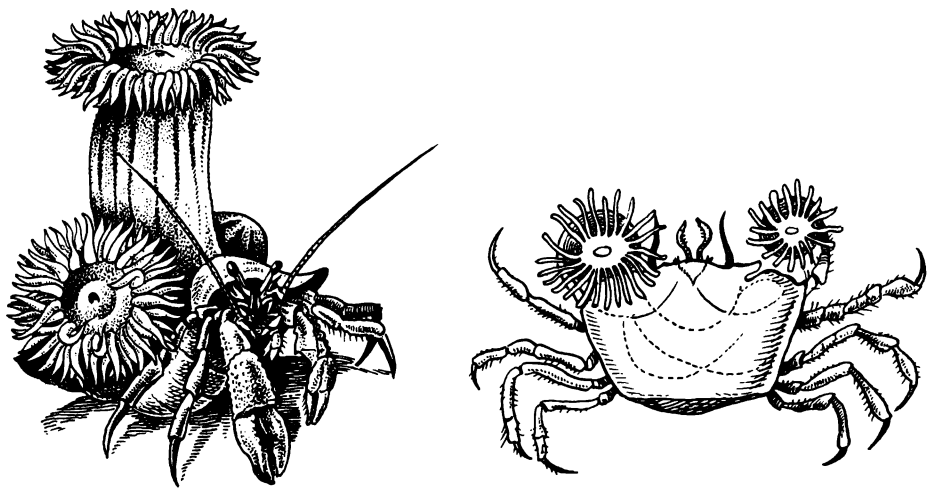


Рис. 91. Рак-отшельник, носящий актиний на раковине (слева), и краб, держащий их в клешнях

действительно похожи на цветы, потревоженные сжимаются в плотный ком. Многочисленные щупальца актиний усажены стрекательными клетками. Это опасные хищники, причем хорошо вооруженные. Некоторые раки-отшельники, живущие в раковинах моллюсков, специально сажают на свои раковины сильно жгущихся актиний, а иные крабы таскают их в клешнях, отпугивая врагов (рис. 91).

2500 видов мадрепоровых кораллов имеют мощный известковый скелет, образуемый не мезоглеей, как у восьмилучевых, а эктодермой. Их колонии разнообразны — кусты, плиты, деревья, шары. Именно эти кораллы слагают коралловые рифы (рис. 92). Рифы эти возникают везде, где морская вода чистая, нормальной солености (солей 35 г/л) и где даже зимой температура не падает ниже 20° С. Поэтому в наших морях их нет, северные кораллы рифов не образуют.

Мадрепоровые кораллы, слагающие рифы, растут лишь на глубине не более 30 м. Их жизнь определяется живущими в них симбиотическими одноклеточными перидиниевыми — зооксантаеллами, которые поставляют хозяину не только органику, но и углекислый кальций для скелета (расщепляя бикарбонат кальция на нерастворимый карбонат, углекислый газ и воду). У живых кораллов разнообразные цвета, преобладают желтые, зеленые, бурые, реже красные, но мертвый скелет снежно-белого цвета.

Используя фотосинтез своих симбионтов, коралловые колонии растут быстро — до 30 см в год. В результате общая площадь всех коралловых сооружений в морях и океанах превышает 27 млн. км², а площадь слагаемых ими островов и обнажающихся при отливе рифов больше площади



Рис. 92. Вид кораллового рифа на отливе

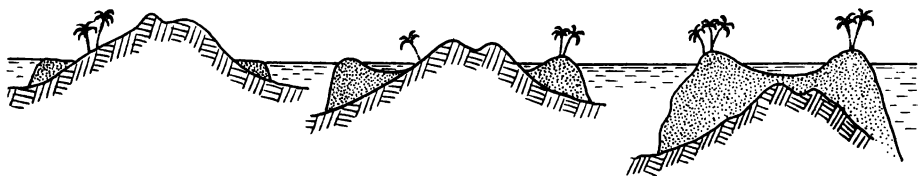


Рис. 93. Схема возникновения кольцевого атолла при опускании дна океана

материка Австралии (8 млн. км²). Если еще учесть ископаемые рифы, превратившиеся в известняки, значение рифообразующих кораллов станет несомненным.

Различают рифы береговые, расположенные непосредственно по берегам островов и материков, барьерные, отстоящие от берега на некотором расстоянии, и атоллы — кольцеобразные, сложенные кораллами острова с лагунами внутри. Загадка происхождения кольцеобразных атоллов давно интересовала зоологов и геологов. Разрешил ее, как и многие другие, в 1842 г. Ч. Дарвин. Он предположил, что в местах, где имеются атоллы, дно океана опускается. Тогда береговой риф превращается в барьерный, а когда остров целиком уйдет под воду, барьерный риф превратится в атолл (рис. 93). Кораллы непрерывно нарастают сверху, а опустившиеся глубже 30 м начинают отмирать из-за нехватки света.

Лишь через 100 лет теория Дарвина подтвердилась полностью, когда были проведены глубокие бурения на атоллах. Оказалось, что, например, атолл Энтиветок на 1389 м сложен коралловым известняком.

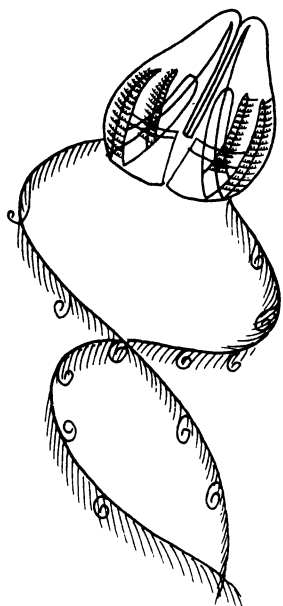
Коралловые рифы изобилуют многочисленными видами рыб, ракообразных, моллюсков и прочих животных. Это наиболее богатые жизнью области на Земле, сравнимые с тропическими лесами, к тому же удивительной красоты.

Значение мадрепоровых кораллов для человечества огромно. Крошечные, 1—5 мм в диаметре, полипы, образуя многомиллиардные колонии, преобразуют Землю. Впрочем, подобные примеры вы встречали, когда мы рассматривали еще более мелких, но также размножающихся в массовых количествах кокколитофорид, фораминифер, радиоларий.

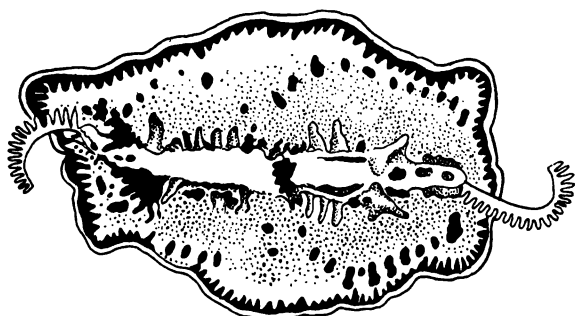
ТИП ГРЕБНЕВИКОВ

Небольшая (120 видов), но интересная и важная группа гребневиков ранее рассматривалась в типе кишечнополостных. Но гребневиков от них сильно отличаются.

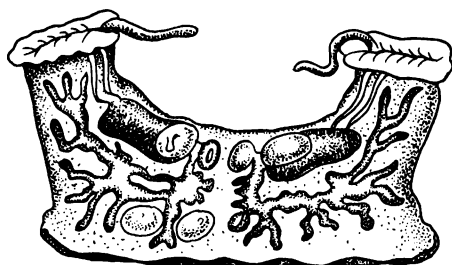
Все гребневиков — свободноплавающие, реже ползающие или сидячие морские организмы. Они радиально-симметричны, сочетая двухлучевую и восьмилучевую симметрии. Как и кишечнополостные, гребневиков двуслойны и состоят из эктодермы и энтодермы, с толстым слоем студенистой стекловидно-прозрачной мезоглеи между ними. Сильно сплюснутая, как у корал-



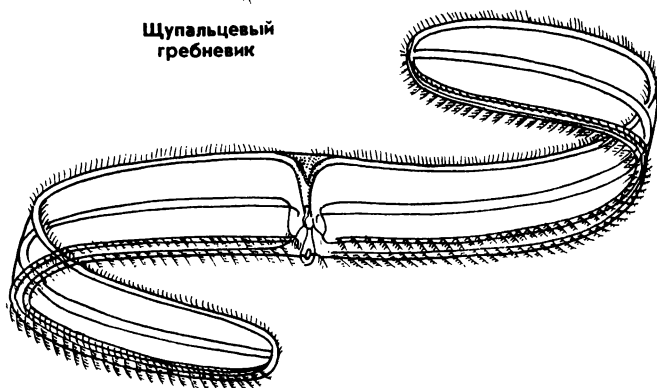
Щупальцевый
гребневик



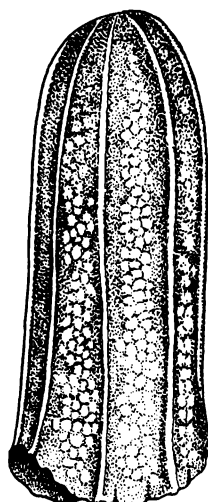
Ползающий гребневик



Сидячий гребневик



Гребневик
"Венерин пояс"



Берое
"морской
огурец"

лов, глотка ведет в желудок, от которого, как у медуз, отходят каналы пищеварительной системы. Есть и орган равновесия.

Пока все это похоже на кишечнополостных. Но стрекательных клеток у гребневиков нет. Вместо них на паре длинных ловчих щупалец, имеющих ся у большинства, располагаются особые клейкие клетки, выделяющие липкую слизь, к которой прилипает добыча. Размеры их колеблются от нескольких миллиметров до 2,5 м. Все гребневики — хищники; размножаясь порой в огромных количествах, они поедают морской планктон, оставляя рыб голодными.

Плавают гребневики медленно, попеременно сокращая мышечные ленты по сторонам тела. В движении им помогают гребные пластинки, проходящие по поверхности тела. Они состоят из крупных (до нескольких миллиметров) склеенных ресничек. Когда реснички работают, они переливаются разными цветами радуги, как мыльный пузырь. Сами гребневики прозрачны, лишь некоторые имеют ярко-розовый оттенок. Многие виды могут ярко светиться голубым или сине-фиолетовым светом.

Все гребневики — гермафродиты, у каждой особи развиваются и мужские, и женские половые железы. Оплодотворение происходит в воде; развивающееся яйцо делится на мелкие, обрастающие зародыш клетки, дающие эктодерму, и крупные, впячивающиеся внутрь клетки, дающие энтодерму.

Замечательно, что от крупных клеток отделяются в начале развития 16 мелких, из которых развиваются впоследствии мышечные волокна. Это зачаток третьего слоя клеток, третьего зародышевого листка — мезодермы.

У гребневиков мезодерма не получает особого развития, но она очень характерна для всех высших животных, в том числе и для нас с вами. Гребневики как бы застряли в начале пути, по которому мы прошли до конца.

После того как реки Дон и Кубань разобрали на орошение, Азовское море значительно осолонилось, и в него проникли гребневики, пожравшие весь планктон. В результате рыбные богатства Азова — древней Меотиды — ушли в область преданий. Не менее свирепствует в Баренцевом и Белом морях гребневик боинописис, оставляя без корма сельдь. Но его поедает другой гребневик — берое, или морской огурец (рис. 94). Морской огурец не имеет щупалец и представляет собой как бы огромную свободноплавающую глотку, захватывающую крупную добычу целиком.

На этом закончим рассмотрение низших многоклеточных и перейдем к более высокоорганизованным.

Итак, самые примитивные многоклеточные — пластинчатые — решили задачу соотношения поверхность — объем самым простым способом. Подобно тому как у грибов клетки грибов — гифы вытягиваются в одномерные структуры — нити, пластинчатые сплюсциваются, образуя плоскость. Губки уже трехмерны и образуют одну или много пищеварительных полостей с большой поверхностью всасывания. У кишечнополостных все тело заполнено гастральной (пищеварительной) полостью, у крупных полипов появляются дополнительные увеличивающие ее поверхность перегородки, а у медуз и гребневиков — пищеварительные каналы. Однако никто из них не смог развить эффективной системы для передвижения. Поэтому они захватывают мелкую добычу, сидя на месте, или медленно передвигаясь по реактивному принципу, как медузы, или перебирая гребными пластинками, как гребневики. В лучшем случае это хищники-засадчики. На активную погоню за добычей они оказались неспособными. Это и закрыло им путь к дальнейшей эволюции.

ГЛАВА 9. САМЫЕ ПРОСТЫЕ ТРЕХСЛОЙНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Раздел двусторонне-симметричных (билатеральных). Тип плоских червей. Тип круглых червей (нематгельминтов)

Раздел двусторонне-симметричных (билатеральных)

Рассмотрим животных не с радиальной (лучистой), а с билатеральной (двусторонней) симметрией. Самых примитивных их представителей называют *червями*.

Ближе всех к исходному типу — плоские черви, тело которых чаще всего сплюснуто в спинно-брюшном направлении, отчего они выглядят листиками, пластинками или лентами.

ТИП ПЛОСКИХ ЧЕРВЕЙ

Плоские черви трехслойны. Между эктодермой и энтодермой, где у кишечнополостных мезоглея, развивается третий слой клеток — *мезодерма* (средняя кожа).

Характерная особенность всех червей — *кожно-мышечный* мешок. Этот мешок слагает покровы червя: снаружи слой эпителия, дальше идут слои мышечных волокон — кольцевые, продольные и косые, располагающиеся диагонально. Сокращение мышечных волокон мешка позволяет червям ползать характерными червеобразными движениями.

У плоских червей полости тела нет, точнее, она заполняется рыхлой соединительной тканью, производным мезодермы, — *паренхимой*.

Пищеварительная система, если она есть, состоит из ротового отверстия в передней части брюшной стороны, глотки, выстланной эктодермой, и энтодермального кишечника, заканчивающегося слепо, без заднепроходного отверстия.

Нервная система устроена довольно сложно: имеются два скопления нервных клеток в передней части тела (мозговые ганглии), от которых сзади отходят нервные стволы с поперечными перегородками. Иногда они образуют правильную решетку — *ортогон* («прямоугольник»).

Кровеносной и дыхательной систем у плоских червей нет, но хорошо развита выделительная, представленная залегающей в паренхиме системой каналов. Каждый канал начинается особой крупной клеткой с пучком ресничек. Под микроскопом у прозрачных червей можно видеть, как эти реснички колеблются, словно пламя свечи. Их так и называют — «мерцающее пламя». В результате ток воды с растворенными продуктами обмена движется по каналцу и выводится наружу через специальную пору. Такая система называется *протонефридием* (первичной почкой).

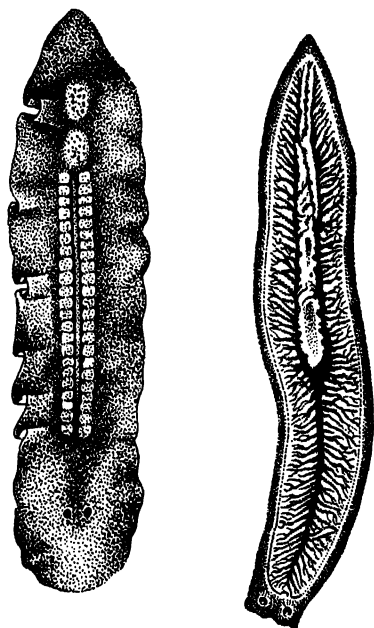


Рис. 95. Свободноживущие турбеллярии

черви-

Плоские черви, за редкими исключениями, — гермафродиты, т. е. имеют и женские, и мужские половые железы. У них же развиваются структуры для внутреннего оплодотворения (рис. 95).

Класс ресничных червей (турбеллярий)

Ресничные черви (3 тыс. видов) — в основном свободноживущие животные, лишь немногие из них перешли к паразитизму на беспозвоночных. Размеры турбеллярий невелики — от 1 мм до 10—20 см. Название класса (от лат. «турбеллярии» — возмущающие, крутящие) дано из-за ресничного эпителия, покрывающего тело червя. Согласованные удары ресничек создают вокруг тела завихрения воды, поставляющей растворенный кислород. Пользуясь ресничками, они могут плавать, а сокращая кожно-мускульный мешок — ползать.

Большинство турбеллярий — хищники, способные захватывать крупных по сравнению с ними животных. У некоторых глотка вы-

ворачивается, охватывая добычу, и начало пищеварения идет вне тела. У таких бывает много (до 100) глоток и до 60 ртов. У мелких примитивных бескишечных турбеллярий пища переваривается непосредственно клетками паренхимы, у более высокоорганизованных поступает в кишечник, прямой или имеющий три и более ветвей. Как большинство других плоских червей турбеллярии — гермафродиты. Развитие яйца обычно прямое, из него выходит уже «готовая» маленькая турбеллярия. Но у некоторых морских имеется свободноплавающая, покрытая ресничками личинка.

Обитают ресничные черви в пресных водах и в море. Некоторые перешли к жизни на суше во влажных тропических лесах.

Некоторые пресноводные турбеллярии охотно едят гидр, причем стрекательные клетки жертв не перевариваются и в неповрежденном виде мигрируют в покровный эпителий хозяина, сохраняя способность выстреливать стрекательную нить. Их называют *клептокнидами* («украденными» стрекательными клетками).

Класс сосальщиков (трематод)

Все сосальщики — паразиты внутренних органов позвоночных животных — от рыб до человека. Поэтому у трематод нет ресничного эпителия, тело покрыто прочным покровом — *тегументом*. У взрослых редуцируются и глаза. Развиваются присоски, ротовая и брюшная, для прикрепления к телу хозяина.

Однако взрослая особь сосальщика — *мари́та* похожа на турбеллярию тем, что имеет ротовое отверстие, глотку и ветвистый, заканчивающийся слепо кишечник. Но у форм, далее всех ушедших по пути приспособления к паразитизму, кишечник существенно укорачивается (рис. 96). Они всасывают пищу всей поверхностью тела.

У всех сосальщиков сложный цикл развития со сменой хозяев. Половозрелая особь — *мари́та* откладывает яйца, попадающие во внешнюю среду. В воде из них выходят сложные личинки *мирацидии* (удивительные, дивные, рис. 97). Мирацидий покрыт ресничками, имеет пару глазков и может активно плавать, пока не израсходует запас питательных веществ.

Промежуточным хозяином обычно служит мелкий пресноводный моллюск, в которого мирацидий внедряется с помощью острого хоботка. Основавшись в его тканях, личинка начинает размножаться, в ней же имеются зародышевые клетки, порой до нескольких десятков. Это половое размножение без оплодотворения носит название *парте́ногенез*.

Следующая стадия называется *спороцистой*. Она также партеногенетически размножается, образуя дочерние спороцисты или же несколько иные, подвижные стадии — *редии* (название дано в честь итальянского натуралиста Ф. Реди). В редиях, или дочерних спороцистах, после очередного партеногенети-

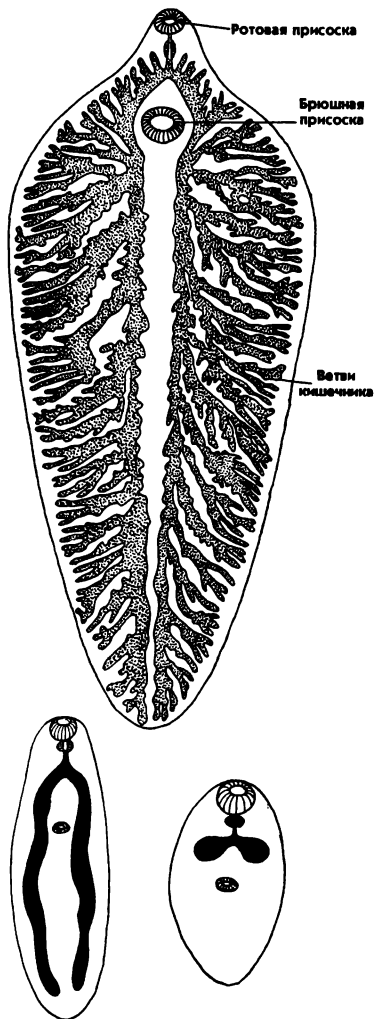


Рис. 96. Схема пищеварительной системы печеночной двуустки:
внизу — то же у видов, дальше зашедших по пути развития паразитизма

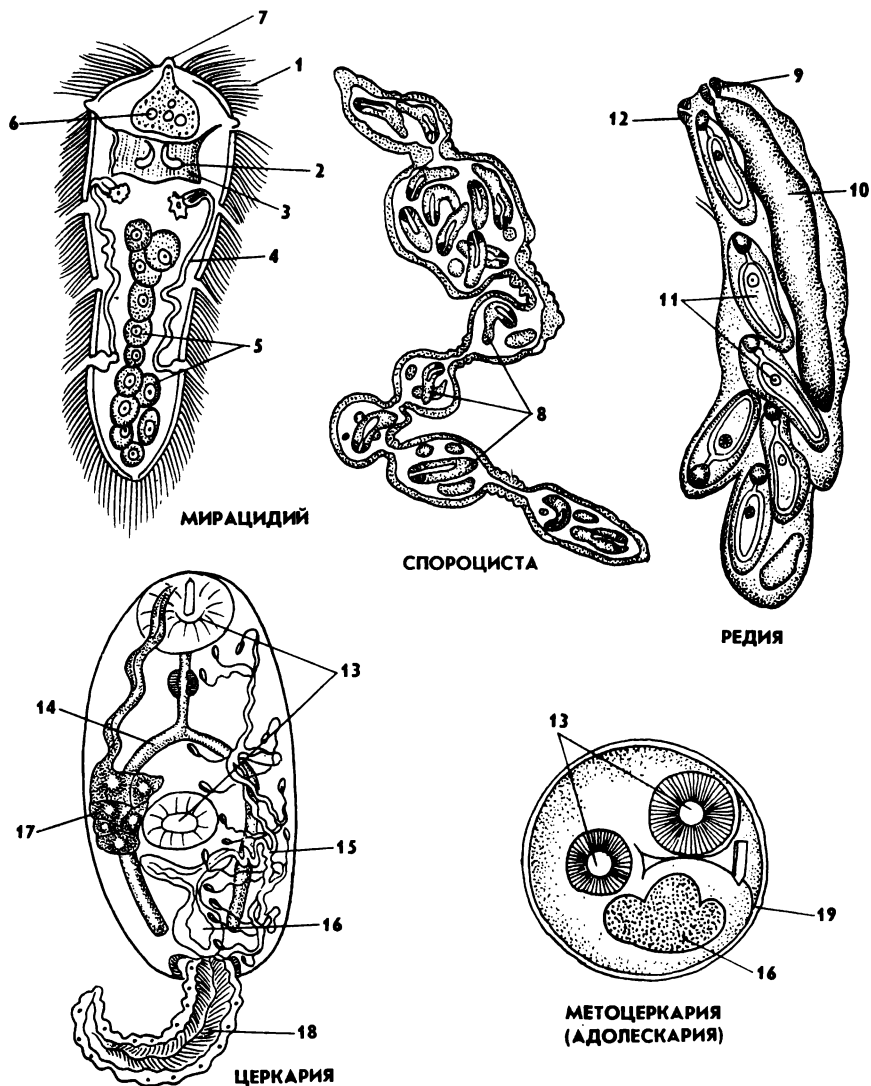


Рис. 97 Стадии развития печеночной двуустки:

1 — реснички; 2 — глаза; 3 — мозговой ганглий; 4 — протонефридии; 5 — зародышевые клетки, из которых развиваются спорозисты; 6 — железа, разрушающая ткани будущего хозяина; 7 — хоботок; 8 — зародыши редий; 9 — глотка; 10 — кишечник; 11 — зародыши церкарий; 12 — отверстие для выхода зрелых церкарий; 13 — присоски; 14 — кишечник; 15 — выделительные каналы; 16 — мочевой пузырь; 17 — железы; 18 — хвост; 19 — оболочка цисты

ческого размножения образуются личинки следующей стадии — *церкарии*. Они выходят из моллюска и свободно плавают, как головастики, работая хвостовыми придатками. У церкарий уже развиваются брюшная и ротовая присоски, но они не питаются и, поплавав на свободе, ищут второго хозяина: рыбу, птицу или млекопитающее. У одних видов церкарии активно внедряются в ткани хозяина, у других покрываются защитной оболочкой, и тогда хозяин заражается сам, проглатывая эту покоящуюся стадию — *адолескарию*, или *метацеркарию* (см. рис. 97).

Казалось бы, к чему такая сложность? Размножение на стадии спороцисты и редии компенсирует огромную смертность мирапидиев и будущую смертность церкариев, так и не сыскавших окончательного хозяина.

Рассмотрим самых важных в практическом отношении сосальщиков. Наиболее известна печеночная двуустка (ее называли так в те времена, когда брюшную присоску мариты считали вторым ртом). Этот сосальщик на стадии мариты паразитирует в желчных протоках печени рогатого скота. Человек тоже может им заразиться, если выпьет сырой воды из водоема на заливном лугу, где пасется скот. В животноводстве печеночная двуустка причиняет большой ущерб, вызывая тяжелое воспаление печени, истощающее скот; овцы от нее часто гибнут.

Мариты печеночной двуустки выделяют огромное количество яиц, из которых часть с пометом животного попадает в воду. Для дальнейшего развития выходящие из яиц мирацидии должны внедриться в мелкую пресноводную улитку — малого прудовика. Спороцисты размножаются в кровеносных сосудах улитки, редии — в печени. Церкарии, выходящие из моллюска через 1—2 мес. садятся на стебли прибрежных трав и превращаются в адолескарии. Скот заражается, проглатывая адолескарии с водой и травой на заливных и болотистых лугах.

Ближний вид ланцетовидная двуустка поражает главным образом очень овец. Промежуточный хозяин — мелкие наземные улитки; мирацидий из яйца не вылупляется, и улитка заражается, проглатывая яйцо. Церкарии через 4—5 мес. выделяются вместе со слизью из легочной полости улитки и поедаются муравьями. Зараженные муравьи не возвращаются в муравейник, а висят на травинках, уцепившись челюстями. Если овца проглотит такого муравья с травой, цикл замкнется.

Человек практически не заражается ланцетовидной двуусткой. Иное дело сибирская, или кошачья, двуустка (по-лат. «описторхис», отсюда заболевание, вызываемое ею, называется описторхоз). Мариты этого вида также паразитируют в желчных протоках печени собак, кошек и человека. Если яйца попадут в воду, мирацидии из них не выходят, они должны быть съедены улиткой из рода битиния. Церкарии, выходящие через полгода, оседают на теле пресноводных рыб и проникают в мышцы. Значит, у кошачьей двуустки два промежуточных хозяина, как у ланцетовидной. Мариты развиваются в печени любого млекопитающего, съевшего зараженную рыбу.

Хотя этот паразит распространен по всей северной Евразии, человек заражается им главным образом в Сибири, там, где любят сырую, мороженую или едва подвяленную или слабосоленую рыбу. Описторхоз протекает тяжело, это опасное заболевание с воспалением желчного пузыря,

желтухой и общим отравлением. Но уберечься от него просто: двустука не выносит температуры в 100°C , горячего копчения, засолки свыше 3—4 суток и замораживания при -12°C не менее трех недель.

Опасны южные и тропические сосальщики из рода шистосома («раздельное тело»). Так они названы потому, что в отличие от других сосальщиков раздельнополы. Обычно более широкий самец всю жизнь держит в брюшном желобе длинную и тонкую самку (рис. 98, *вверху*). Они очень мелкие (до 20 мм) и паразитируют в крупных венах брюшной полости, почек и мочевого пузыря человека, других млекопитающих, а некоторые виды — у птиц. Марита шистосомы каждые 7—8 мин выделяет прямо в кровь хозяина яйцо с острым шипом. Яйца шипом прокалывают стенку мочевого пузыря и выходят с мочой или же застревают в кровеносных сосудах, вызывая кровоизлияние, нарыв, а потом выводятся с гноем. Мирации внедряются в тело тропических водных улиток; каждый из них, разбившись в спороцисту, ежедневно дает до 3500 церкарий. Церкарии шистосом мелкие (0,2 мм), но активно внедряются через кожу в кровеносные сосуды окончательного хозяина.

Шистосоматозы — тяжелейшие и трудноизлечимые заболевания, вызывающие воспаление печени, почек, мочевого пузыря. Всего в мире ими заражено 200 млн. человек. У нас, к счастью, промежуточные хозяева шистосом водятся только в аквариумах. Но церкарии птичьих шистосом, внедряясь под кожу купальщиков, могут вызвать раздражение («зуд купальщика»). Однако дальнейшее развитие их в организме человека невозможно.

Мы рассмотрели лишь четыре вида из 4 тыс., слагающих большой класс сосальщиков. Все другие, также паразиты многих тканей и органов позвоночных животных, развиваются со сменой хозяев. Поэтому второе название их дигениеи, т. е. имеющие в жизненном цикле не менее двух стадий размножения, двух поколений.

Класс моногеней

Другой класс плоских червей во многом как бы противоположен трематодам-дигениеям. Моногеней (2500 видов) — эктопаразиты, поселяющиеся обычно на наружной поверхности хозяев. У них нет чередования поколений и смены хозяев. Паразитируют они главным образом на жабрах и коже рыб, реже на головастиках земноводных, лишь один вид приспособился к обитанию под веками глаз бегемота. По строению моногеней разнообразны, но все построены по типу трематод — ротовое отверстие с двуветвистым или мешковидным кишечником; нервная система в виде стволов, отходящих от мозгового ганглия; выделительная система из протонефридиев, половая система гермафродитная. Но у них помимо присосок развивается обычно сложноустроенный прикрепительный диск с крючьями, присосками и клапанами, действующими по принципу капкана. Из их яйца выходит личинка, похожая на мирация, но уже с крючочками для прикрепления к хозяину.

Некоторые моногеней вызывают массовую гибель молоди карпов и других рыб: сотнями поселяясь на жабрах, они душат хозяина.

♂

♀

Яйцо

Промежуточный хозяин — пресноводная улитка

Мирацидий

Спороциста II

Спороциста I

Рис. 98. Цикл развития кровяной двуустки

Класс ленточных червей (цестод)

Гораздо больший вред причиняют нам наиболее приспособленные к паразитизму ленточные черви — цестоды. Их более 3 тыс. видов; в молодости они паразитируют в полости тела и внутри различных органов беспозвоночных и позвоночных, у окончательного, главного хозяина живут в кишечнике. Их-то обычно и называют глистами и гельминтами.

Взрослый ленточный червь может достигать больших размеров (один гельминт из кишечника кашалота достигал 30 м, т. е. был длиннее хозяина!). Тело его начинается с головки — *сколекса*, на котором расположены присоски, или крючья, или и то и другое для прикрепления к стенке кишечника хозяина. Далее следуют шейка и длинное лентовидное туловище. Чаше всего тело червя расчленено на следующие друг за другом членики — *проглоттиды*. Они отпочковываются от шейки, растут, наполняются яйцами и отрываются от конца тела. Выходят они из кишечника с экскрементами, некоторые могут выползать самостоятельно.

Пищеварительной системы у цестод нет, они всей поверхностью всасывают пищу — содержимое кишечника хозяина. Нервная система развита слабо, выделительная представлена протонефридиями. Половая система гермафродитная и развита очень сильно. Один из паразитов человека — невооруженный цепень, он же бычий солитер, за 18—20 лет жизни продуцирует до 11 млрд. яиц (рис. 99). Для человека он один из самых крупных (до 10 м).

Промежуточный хозяин цепня — крупный рогатый скот. В его кишечнике из яйца выходит *шестикрючный зародыш* — *онкосфера*, с тремя парами острых крючков. Прокалывая ими стенку кишечника, онкосфера проникает в кровеносную систему и оседает в мышцах, мозге, сердце и других внутренних органах. Там она превращается в другую стадию — *цистицерка*, его еще называют *финной* или *финкой*. Это пузырек размером с горошину; в него, как палец в перчатку, ввернута головка цепня. Человек заражается им, когда съедает сырую или плохо проваренную говядину. Тогда головка выворачивается из финны, и червь начинает расти.

Второй вид солитеров, паразитирующих в человеке, — вооруженный (назван так из-за венчика крючьев на сколексе), или свиной. Его промежуточный хозяин — дикие и домашние свиньи. Свиной солитер меньше бычьего (обычно 2—3 м, реже до 8 м), но, пожалуй, более опасен. Человек может быть и промежуточным его хозяином, если проглотит яйцо; тогда в его внутренних органах, в том числе в мозге, образуются финки, удалить которые можно лишь операцией.

Солитер (по-франц. «одинокий») в кишечнике человека может быть лишь один, следующее заражение исключено. К сожалению, иммунитет немедленно исчезает, если червя изгнать. Раньше взрослую форму и финну считали разными видами. Лишь в прошлом веке удалось доказать, что это стадии одного вида. Близкие виды обитают в кишечниках хищных млекопитающих.

Опасен для человека эхинококк — мелкий, около 5 мм, гельминт, живущий в кишечнике собак, волков, лис. Его промежуточным хозяином может быть человек (как и овцы, козы, коровы, грызуны и др.). Финна эхинококка очень большая, в ней образуются дочерние пузыри, а в тех —

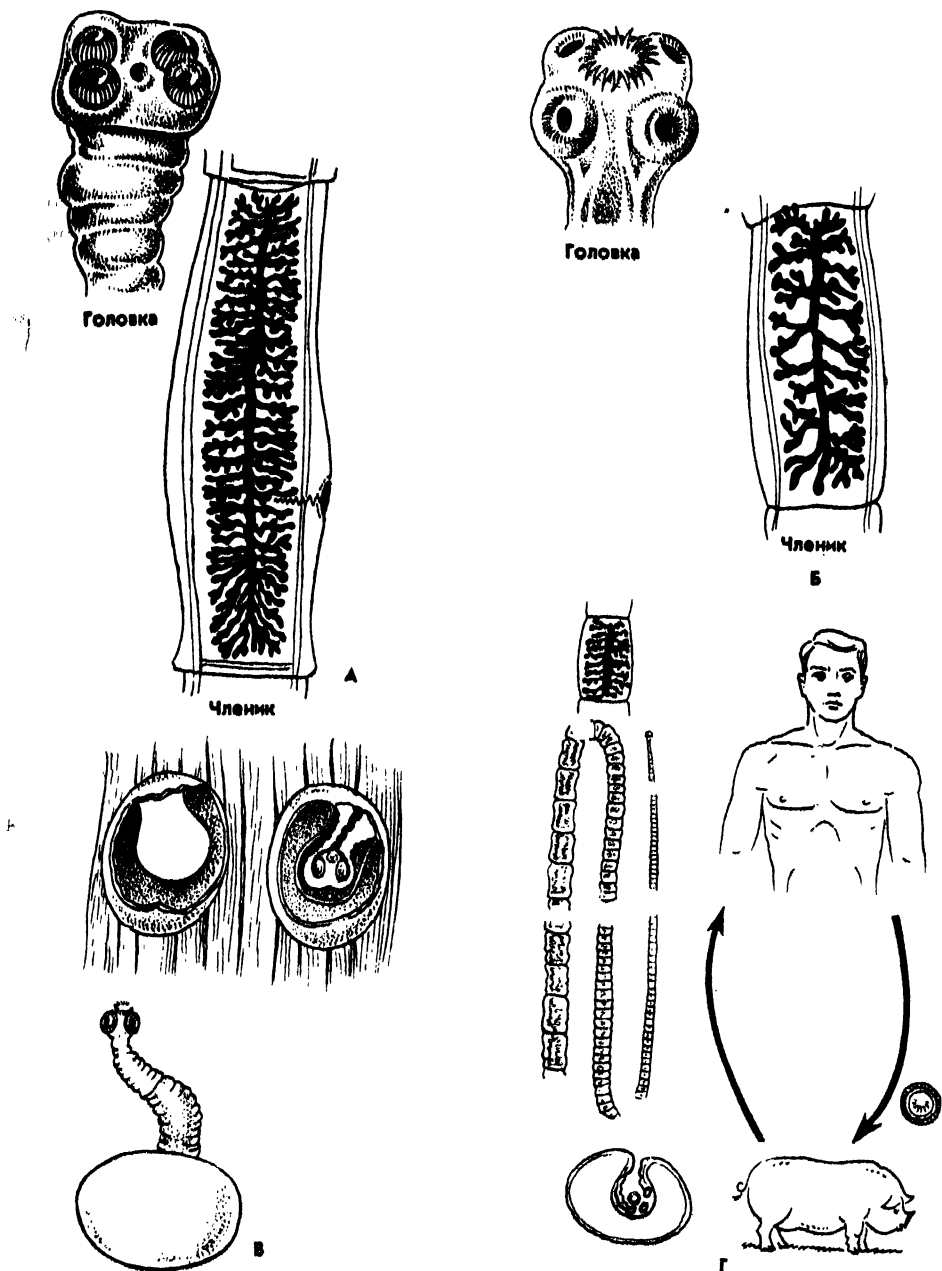


Рис. 99. Солитеры человека:

А — бычий солитер; Б — свиной солитер; В — финки свиного солитера (в свинине) с вывернутой головкой; Г — цикл развития свиного солитера

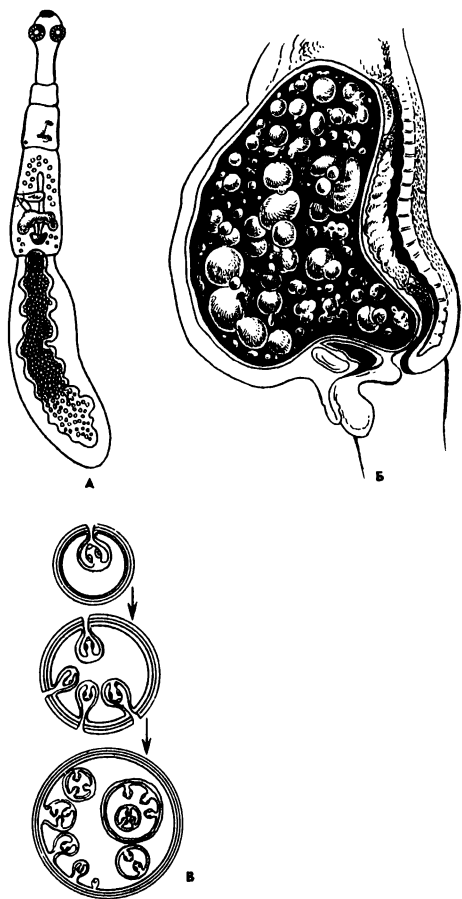


Рис. 100. Эхинококк:

А — взрослый червь; Б — последняя стадия его финки в печени человека (разрез); В — схема возникновения дочерних и внучатных пузырей в финке

рой — разнообразные рыбы (щука, ерш, форель, сиг). В мышцах второго хозяина личинка — *плероцеркоид* может существовать долго. Человек заразится, если съест сырую, недоваренную или недожаренную рыбу. Лентец широкий вызывает тяжелую болезнь *дифиллоботриоз* с тошнотой, болями в животе, анемией.

ТИП КРУГЛЫХ ЧЕРВЕЙ (НЕМАТЕЛЬМИНТОВ)

Немательминты — огромный тип, объединяющий ряд классов, очень друг на друга похожих. Рассмотрим центральный класс — собственно круглых червей — нематод и два своеобразных дополнения.

внучатые со многими тысячами сколексов (рис. 100). Уберечься от эхинококка просто — мыть руки перед едой, особенно после того, как погладили незнакомого собаку, а своего пса время от времени проверять на яйца глистов и изгонять паразитов, если таковые обнаружатся.

Близкий вид альвеококк во взрослом состоянии паразитирует чаще всего у лис, а финка поражает печень и легкие грызунов, а также человека.

У человека, чаще всего у детей, встречается карликовый цепень. У него своеобразный цикл развития. Один и тот же человек может быть и главным, и промежуточным хозяином. Яйца этого гельминта развиваются прямо в кишечнике, и выходящие онкосферы внедряются в его стенки. Там же развиваются и финки, которые через какое-то время выходят в просвет кишечника и превращаются во взрослую форму. Часть яиц выходит вместе с испражнениями, поэтому существует очень большая опасность заражения.

Опасен лентец широкий, паразитирующий в кишечнике хищных млекопитающих и человека (может достигать 15 м в длину). Для развития яйцо паразита с испражнениями должно попасть в воду (рис. 101). Свободноплавающую личинку проглатывает мелкий пресноводный рачок — циклоп. Это — первый промежуточный хозяин, второй

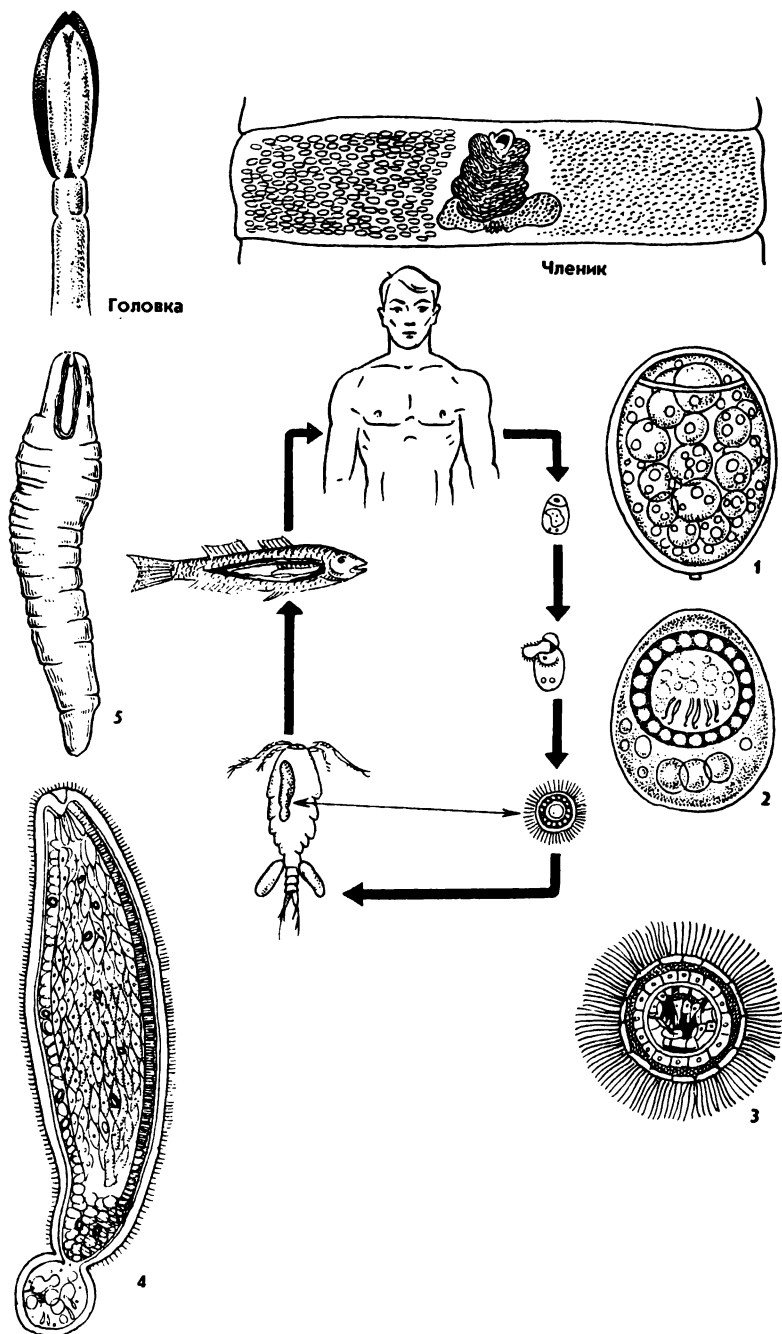


Рис 101 Цикл развития широкого лентеца:

1 — яйцо; 2, 3 — свободноживущие личинки; 4 — личинка, паразитирующая в первом промежуточном хозяине — рачке-циклопе; 5 — личинка, паразитирующая во втором промежуточном хозяине — рыбе

Класс нематод

Нематоды (не менее 20 тыс. видов, а может быть, и 100 тыс.) распространены по всему земному шару: они есть в пресных водах, в почвах, в море, а перешедшие к паразитизму обитают чуть ли не во всех многоклеточных животных и растениях. Размеры их колеблются от 80 мкм до 8 м (паразит, обитающий в плаценте кашалота). Тем не менее все нематоды очень сходны, и узнать нематоду никакого труда не составляет. Это веретеновидные черви, круглые в поперечном сечении. Тело их покрыто прочной и стойкой к внешним воздействиям *кутикулой* (кожицей). У нематод кожно-мускульный мешок разделен на четыре ленты и состоит только из продольной мускулатуры. Поэтому нематода может лишь дугообразно изгибать тело, а не сокращаться.

Полость тела круглых червей не зарастает паренхимой, как у плоских червей, а заполнена полостной жидкостью под давлением. Поэтому тело у них эластичное, как накачанная камера.

Достижение нематод — заднепроходное отверстие — *анус*. Именно в этом типе появляется сквозной пищеварительный тракт из передней, средней и задней кишок, по которому пища движется в одном направлении. (Вспомните, у кишечнополостных и плоских червей пищеварительная полость замкнута и непереваренные остатки удаляются через рот.)

Нервная система нематод проста и состоит из окологлоточного кольца из спинного, брюшного и пары боковых ганглиев, от которых отходят нервные стволы, соединяющиеся перемычками.

У нематод есть любопытное свойство — полное отсутствие клеток, несущих жгутики и реснички. Даже мужские клетки их амебовидные. Почему нематоды потеряли жгутики, неясно. У близких классов и жгутики, и протонефридии имеются.

Круглые черви раздельнополы, оплодотворение внутреннее. Яйца покрыты очень прочной оболочкой. Личинка четырежды линяет, сбрасывая кутикулу, прежде чем стать взрослой. Еще одно отличительное свойство после завершения развития тело червя состоит из строго определенного количества клеток.

Мелкие свободноживущие нематоды обитают практически везде: в морском иле от Арктики до Антарктики, в пресных водах и почве. Часть из них хищники; у них ротовое отверстие снабжено крючковидными зубами или мощным «копьем». Другие питаются гниющими растительными и животными остатками, бактериями и грибами. Немалое количество видов стало опасными паразитами растений.

Многие нематоды — паразиты беспозвоночных животных: дождевых червей и насекомых (личин мух, саранчи, шмелей). Некоторые из них считаются полезными, ограничивая численность насекомых-вредителей.

Из паразитов позвоночных животных, в первую очередь человека

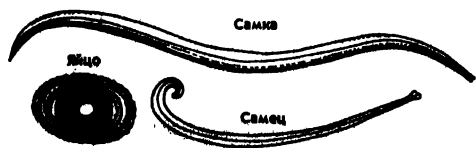


Рис. 102. Человеческая аскарида

наиболее широко известны аскариды. Человеческая аскарида паразитирует в тонком кишечнике человека. Это довольно крупная нематода (самки до 40 см, самцы до 25 см; рис. 102). Самка вырабатывает каждые сутки до 200 тыс. яиц. При массовом заражении они буквально «объедают» хозяина, приводя его к истощению, к тому же отравляя его продуктами обмена — органическими кислотами. Человек с аскаридами в кишечнике быстрее устает и постоянно недомогает. Методы изгнания аскарид из кишечника просты: использование сантонина, получаемого из семени цитварной полыни, само цитварное семя и, в последнее время, введение в кишечник небольшого количества кислорода.

Развитие аскариды проходит долгий, сложный путь. Микроскопических размеров яйцо, покрытое сверхпрочной оболочкой, должно 9—13 дней побывать в кислородной атмосфере. В это время в нем формируется личинка второй стадии. Человек заражается через немытые овощи, грязные руки, яйца на пищу могут быть занесены мухами и тараканами. В тонком кишечнике оболочка яйца растворяется, и личинка выходит на свободу. Казалось бы, ей остается лишь дорасти до нормальных размеров. Но она через оболочку кишки проникает в кровеносную систему и начинает с кровью «путешествие» в печень, сердце и, наконец, в легкие. В легком личинка разрывает капилляр и выходит в полость бронха. Это вторая стадия, на которой ей нужно «глотнуть кислорода». Далее с мокротой из легких она попадает в рот и со слюной проглатывается, возвращаясь через желудок снова в тонкий кишечник. Только сейчас она превращается во взрослую аскариду, теряя способность к дыханию и переходя на получение энергии через брожение (гликолиз). Кислород для нее становится смертельным ядом.

Не очень опасный, но неприятный паразит человека — мелкая острица, обитающая в толстой кишке. Чтобы дать развивающимся яйцам «подышать кислородом», самки выползают через анус наружу, вызывая острый зуд. Острица, видимо, недавний паразит: питается она бактериями в толстой кишке и погибает, если их уничтожить антибиотиками.

Куда более опасна трихина, или, как ее еще называют, трихинелла спиральная. Вообще это паразит крыс и свиней (рис. 103). В мышцах зараженных животных под малым увеличением микроскопа легко заметить пропитанные известью капсулы в виде крошечных лимончиков, в которых сидят скрученные в спираль червячки. Если крыса съест кусок свиного мяса с трихинами, капсулы растворяются, червячки, внедряясь в слизистую оболочку кишечника, быстро достигают половозрелости. Через двое суток самцы оплодотворяют самок, и вскоре самка производит до 2 тыс. яиц. Личинки, не покидая хозяина, внедряются в кровеносные сосуды и с кровью достигают мышечных волокон, где, покрывшись капсулой, остаются на постоянное жительство.

Человек заражается, если съест непрожаренную или непроваренную трихинозную свинину. Когда личинки внедряются в кровь, резко возрастает температура, возникают отеки, при тяжелом заражении смертельный исход очень вероятен.

Без смены хозяев размножается власоглав; человек проглатывает его яйца с сырой водой. Он очень прочно прикрепляется к стенке толстой кишки своим головным концом и питается кровью хозяина. Изгнать его труд-

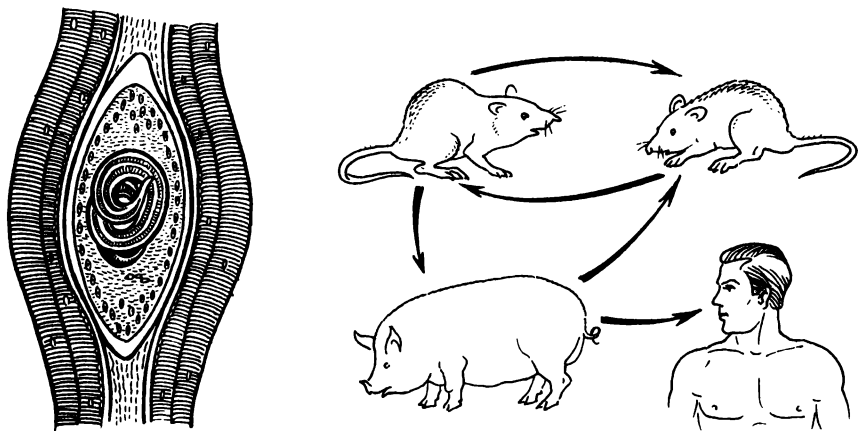


Рис. 103. Трихинелла спиральная:
слева — закапсулированная в мышцах свиньи; справа — пути заражения

но. Опасны для человека и анкилостомы. Их личинки могут развиваться в кишечнике из проглоченных с пищей или водой яиц. Анкилостомоз встречается в южных районах нашей страны.

Вообще на юге, в тропиках и субтропиках набор опасных для человека нематод очень разнообразен. Еще в Библии есть упоминания об «огненной змее» — риште (от лат. «дракункулюс» — дракончик).

Взрослая самка ришты (до 120 см в длину) сидит, свернувшись клубком, в подкожной клетчатке, чаще всего ног человека. В этом месте образуется язва, через которую личинки нематоды рассеиваются. Эти личинки попадают в воду, где их проглатывают мелкие рачки — циклопы. Человек заразится, если выпьет сырой воды и проглотит циклопа (рис. 104).

Еще более опасны нематоды филлярии. Самый опасный из них вид — вухерерия Банкрофта передается с укусами комаров. Микроскопические личинки, попадая в кровь, добираются до крупных лимфатических протоков, где и достигают до взрослых (самка до 10 см). Личинки *микрофилярии* попадают в кровь и дожидаются очередного укуса комара.

Закупорка червями лимфатических сосудов приводит к чудовищным отекам (рис. 105), отчего руки и ноги больных становятся похожими на слоновьи. Отсюда и название болезни — *слоновая (элефантиазис, или филляриатоз)*. По данным ВОЗ, число больных ею на Земле близко к 100 млн. Лечить болезнь очень трудно: необходимо иссечь разбухшие ткани и принимать антигельминтики. К сожалению, устойчивая кутикула паразитов делает их малочувствительными к различным ядам.

Близкий вид филлярий, распространенный в Экваториальной и Западной Африке, а также в Центральной и Южной Америке, паразитирует в подкожной клетчатке людей и обезьян. Переносят его мелкие кровососущие мош-

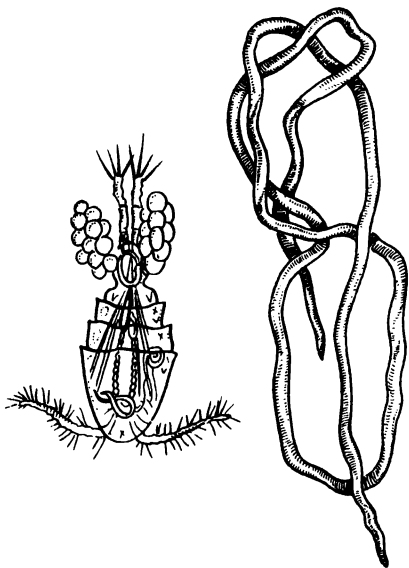


Рис. 104. Ришта (слева) и молодая ришта в полости тела рачка-циклопа (справа)



Рис. 105. Слоновая болезнь, вызванная филярией Банкрофта

ки — симулиды. У нас они тоже есть, но, к счастью, паразит не любит низких температур. Эти филярии вызывают изъязвления кожи, а попадая в глаза, приводят к слепоте. Местные жители называют эту болезнь «речная слепота». Сейчас на Земле ею болеют 17 млн. человек. Эффективный антигельминтик ивермектин появился в последнее время.

К типу немателминтов кроме нематод относят и другие классы, отнюдь не близко родственные и часто внешне не похожие. Рассмотрим для примера два таких класса.

Класс волосатиков

Летом при купании в пруду иногда можно увидеть очень длинного (20—30 см), но тонкого (1 мм) червя, извивающегося в воде. Их часто считают ожившими конскими волосами, полагают, что такой червь (волосатик) может просверлить кожу человека. Это напрасные опасения: взрослый волосатик совершенно безвреден. На ладони он скручивается в клубок, похожий на сложный узел. (Линней назвал волосатика *гордиус* — в честь сложного гордиева узла, разрубленного Александром Македонским.) Взрослый волосатик не питается, личинки его паразитируют во многих насекомых: жуках, тараканах, кузнечиках.

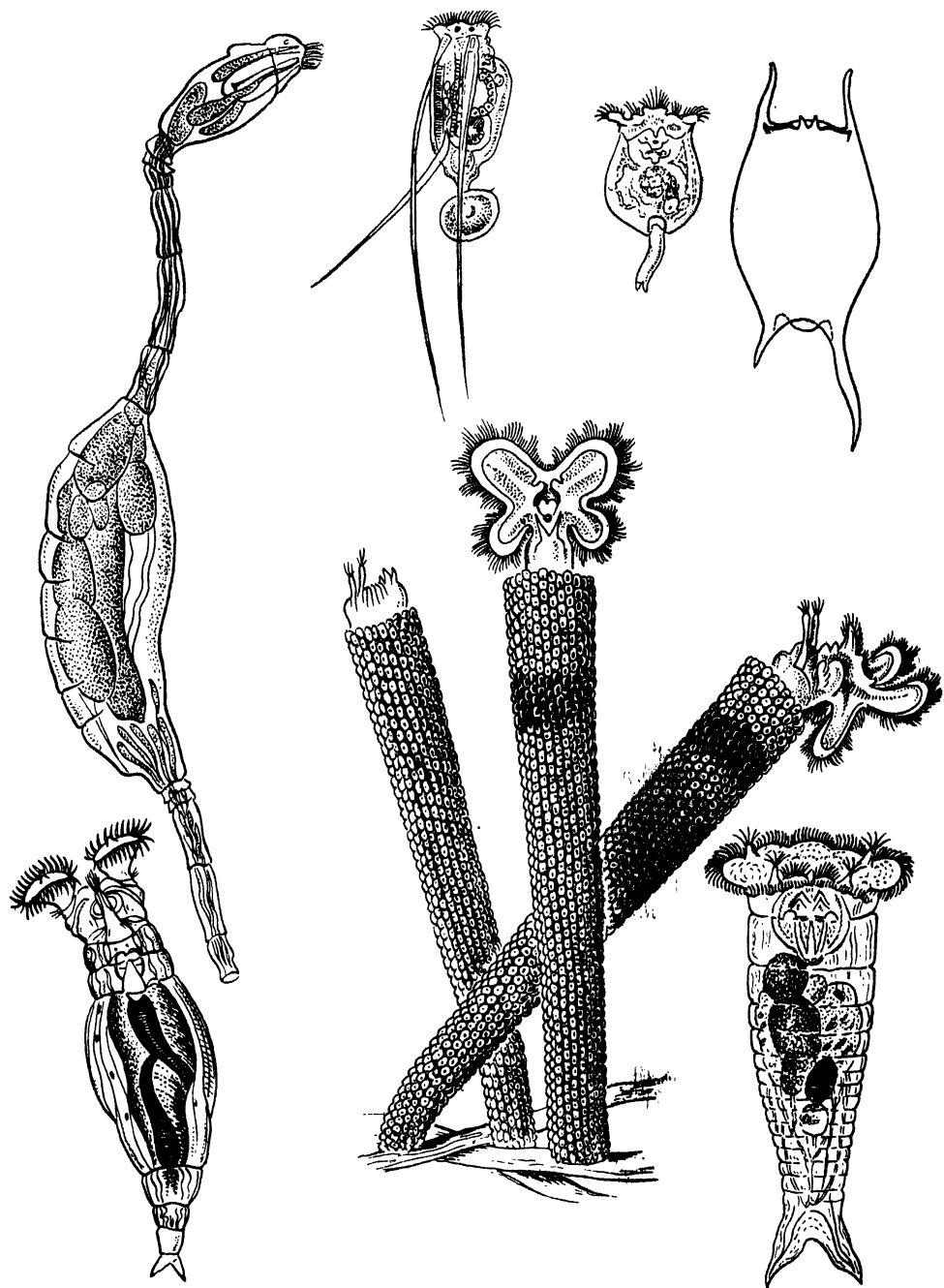


Рис. 106. Разнообразие колдовраток.

В центре — сидячие колдовратки в домиках из собственных экскрементов

Класс коловраток

Коловратки — одни из самых мелких многоклеточных животных (от 0,04 до 2 мм), многие из них значительно мельче амёб и инфузорий. Строение их в общем типично для немательминтов: первичная полость тела, обычно сквозной пищеварительный тракт. Но у них есть ресничные клетки и протонефридии. Вокруг рта расположен коловращательный аппарат с ресничками, загоняющий в рот воду с мелкими частицами, а в глотке — сложный жевательный аппарат. Питаются они одноклеточными водорослями, бактериями, простейшими. Среди них имеются и хищники.

Внешний облик 1500 известных видов коловраток необычайно разнообразен (рис. 106). Многие из них активно плавают в воде, ряд из них сидят на дне и листьях водных растений. Часто встречаются коловратки с панцирем, порой с шипастыми выростами. Сидячие могут строить защитные домики из шариков своих экскрементов. В море коловраток мало, но в прудах и озерах они составляют до 99% всего планктона. Они очищают воду от бактерий, водорослей, мелких органических частиц и сами служат пищей другим организмам.

Для личинок рыб, только что вышедших из икринок, это наиболее доступная пища. Часто успех в разведении рыб зависит от того, совпадает ли выклев рыб из икринок с массовым размножением коловраток (аквариумисты называют их «живой пылью»). В последние годы их даже специально разводят в прудовых хозяйствах и особых сосудах и бассейнах.

Для коловраток характерна удивительная особенность. Летом, когда их много, они представлены сплошь самками. Они откладывают неоплодотворенные (партеногенетические) яйца, из которых выходят тоже самки. Каждая самка откладывает не меньше десятка яиц, а созревает она на второй день жизни. Не тратя сил на воспроизводство самцов, популяция коловраток быстро достигает астрономической численности. Но затем начинают попадаться особи, откладывающие мелкие яйца, из которых выходят самцы. Оплодотворенные ими яйца покрыты двух- или четырехслойной оболочкой и в стадии покоя выносят промерзание или высыхание водоема; они разносятся ветром и прилипают к перьям водяных птиц. Поэтому подавляющее большинство видов коловраток космополиты: один и тот же вид можно обнаружить в прудах Аргентины, Голландии или Сибири.

На этом заканчиваем рассмотрение низших, первичнополостных животных. *Первичнополостными* их называют потому, что полость тела, если она не зарастает рыхлой тканью — паренхимой, образуется из полости бластулы. У нематод полость в результате давления полостной жидкости поддерживает форму тела. Это как бы жидкий скелет.

Первичнополостные на новой стадии сталкиваются с тем же затруднением, с которым столкнулись одноклеточные, которые в ходе эволюции пробовали создать крупный и сложный организм, не расчлененный на клетки. И это затруднение успешно разрешили высшие беспозвоночные животные — кольчатые черви, ракообразные, насекомые, моллюски. Их называют вторичнополостными.

ГЛАВА 10. КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ И ИХ ПОТОМКИ

Вторичнополостные животные. Тип кольчатых червей. Тип членистоногих

ВТОРИЧНОПОЛОСТНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Этих животных характеризует одна главная особенность: первичная полость тела у них вытесняется вторичной, называемой *целомом*. Как это происходит, лучше понять, изучая развитие их низших представителей — многощетинковых кольчатых червей. У них в норме имеется личинка — *трохофора* (несущая трохы, т. е. пояса, образованные ресничками). При ее

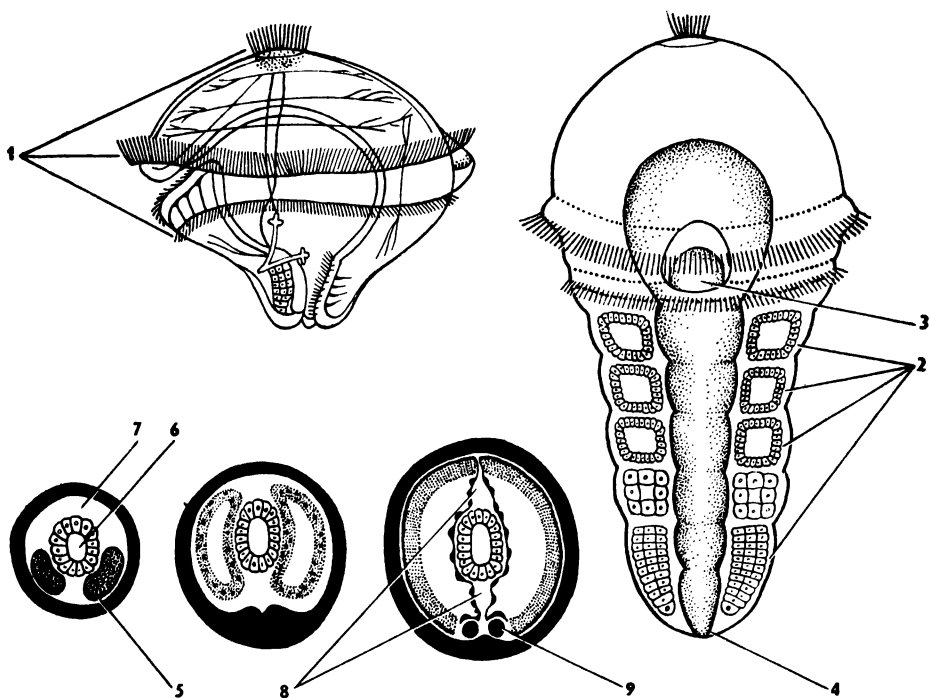


Рис. 107 Две стадии развития трохифоры:

1 трохы (пояса ресничек), 2 разные стадии возникновения целомических пузырей; 3 рот; 4 анус. Внизу то же в поперечном разрезе: 5 целомические пузыри еще в виде сплошных скоплений клеток; 6 кишечник; 7 первичная полость тела; 8 пузыри, разрастаясь, вытесняют первичную полость, от первичной полости остались лишь спинной и брюшной кровеносные сосуды; 9 стволы брюшной нервной цепочки

развитии около кишечника с обеих его сторон возникают скопления клеток — производных третьего зародышевого листка — мезодермы. Они делятся, образуя растущие пузыри (точнее, целомические мешки), которые вытесняют первичную полость тела, охватывают кишечник и смыкаются стенками (рис. 107). При этом тело животного оказывается разделенным на сегменты, изнутри выложенные целомическим эпителием, а перегородки между сегментами и правой и левой половиной каждого сегмента состоят из двойного слоя таких клеток (вследствие соприкасающихся стенок целомических мешков). Те сегменты, которые образуются у личинки, называют *ларвальными* (личиночными). Их немного (до десяти). Но на заднем конце организма образуется зона роста из непрерывно делящихся клеток. В этой зоне один за другим формируются новые сегменты. Их называли *постларвальными* (послеличиночными).

Подобная картина, как вы знаете, наблюдается при развитии солитера. Там от шейки в течение все время образуются новые членики — *проглотиды*. Разница в том, что вторичнополостный организм нарастает сзади, с заднего конца, а тельминт — с переднего (если, конечно, считать сколекс головой, что не доказано).

Для чего возникла эта подразделенность тела на сегменты? Полагают, что вторичнополостные произошли от червей, обитавших в грунте. Протискиваясь через грунт, они часто повреждали стенки тела. Иногда травмы наносили хищники. В подразделенной на части полости тела полостная жидкость вытекала бы лишь из одного сегмента. Так трюм корабля разделяется переборками, и пробоина не угрожает неизбежной гибелью. Этот тип строения оказался очень удачным. Так построено немало больших групп, объединяемых в надтип артикулят — членистых. Наиболее близки к исходному типу многощетинковые кольчатые черви — полихеты.

ТИП КОЛЬЧАТЫХ ЧЕРВЕЙ

Класс многощетинковых кольчатых червей

Представителей этого класса еще называют полихетами (т. е. многощетиновыми). Свыше 6 тыс. видов полихет обитают главным образом в морях. В пресные воды (полуострова Таймыр, озера Байкал, в реки Северной Америки) проникли представители только одного рода. Паразиты среди них также единичны.

Членистое тело полихеты состоит из трех отделов: головной лопасти, сегментированного туловища и задней анальной лопасти, на которой располагаются анальное отверстие и зона роста. Головная лопасть вооружена придатками-щупальцами (антеннами), пальпами (ощупывателями) и несет мелкие глазки (рис. 108). На следующем за головной лопастью сегменте расположен рот, нередко с выворачивающейся глоткой и хитиновыми челюстями.

На втором членике и далее имеются парные боковые выросты — *параподии* (рис. 109). Они двуветвистые, со спинной и брюшной ветвями, вооружены опорными щетинками и часто несут жаберные выросты. К параподиям подведены мышцы; сокращая их и волнообразно изгибая тело, полихеты могут плавать довольно быстро, не хуже рыбы. Среди них уже есть вполне активные хищники, способные догнать добычу.

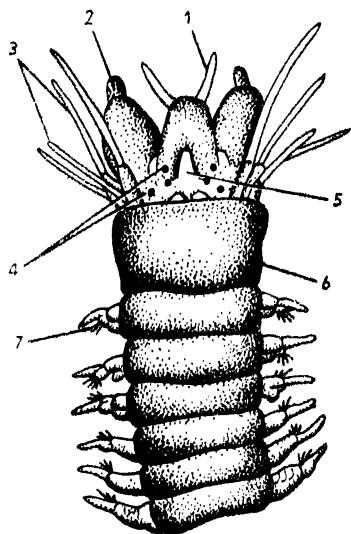


Рис. 108. Голова полихеты:

1 — усики (антенны 1), 2 — пальпы; 3 — околоротовые усики; 4 — глазки; 5 — предротовая лопасть; 6 — ротовой сегмент; 7 — параподии

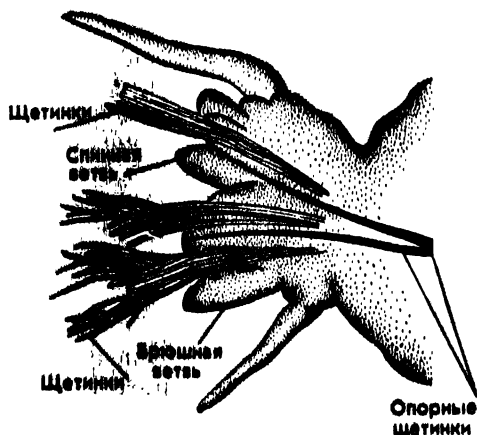


Рис. 109. Схема строения параподии

Кожно-мускульный мешок у них есть и состоит из наружных кольцевых и внутренних продольных мышечных волокон, но он уже подразделен на две спинные и две брюшные полосы. Полость тела заполнена жидкостью, по составу близкой к морской воде; при сокращении мышц членики становятся упругими («гидравлический скелет»)

Кроме целома в процессе эволюции полихеты приобрели замкнутую кровеносную систему. Она образуется остатками первичной полости тела и состоит из спинного и брюшного сосудов, соединенных перемычками в каждом сегменте. Сердца еще нет, и кровь гонится по сосудам и капиллярам сокращением основных сосудов. Капилляры подходят к жабрам, где кровь насыщается кислородом, и к органам выделения. У полихет кровь может быть бесцветная, зеленая или красная. В последнем случае ее окрашивает железосодержащий кислородсвязывающий белок, похожий на гемоглобин.

У примитивных полихет выделительная система представлена нефридиями, похожими на протонефридии. У более высокоорганизованных развиваются *метанефридии*, которые открываются воронкой в целом в одном сегменте и специальной порой наружу в следующем за ним. Нередко они соединяются с половыми протоками, через которые выводятся наружу яйцеклетки и сперматозоиды.

Типичная нервная система состоит из пары головных ганглиев, отростки которых охватывают глотку — *окологлоточное нервное кольцо*. (Такое устройство мы еще встретим у столь различных животных, как пчела, улитка или краб.) К головным ганглиям подходят нервы от глаз и головных щупалец и пальп. От них же отходит *брюшная нервная цепочка* — по паре ганглиев в каждом сегменте, соединенных друг с другом. У примитивных стволы широко расставлены, так что структура напоминает лесенку, у высокоорганизованных видов и ганглии (нервные узлы), и соединяющие их нервы сливаются, и первичную парность можно установить только на поперечных срезах.

Полихеты раздельнополы; половые продукты выводятся через нефридиальные поры, или червь просто разрывается пополам. Обычно это не приводит к гибели, так как у них восстанавливается любая часть тела, включая голову.

Различают два подкласса полихет — бродячие и сидячие. Бродячие — обычно хищники или всеядные, обитают на дне, в ризоидах и слоевищах водорослей, в пустотах кораллов, в иле, под камнями. Иные перешли к жизни в планктоне и стали стекловидно-прозрачными. Многие из них — отличная пища для рыб. Завезенный перед войной в Каспий червь *Нереис* (названный в честь морской богини Нерейды) стал излюбленным кормом осетровых. Сидячие обитают в норках на песчаном грунте, как крупный (до 30 см) северный пескожил (хорошая наживка для трески), или строят трубчатые домики. Разнообразие полихет показано на рисунке 110.

Класс малощетинковых кольчатых червей — олигохет

Олигохеты (т. е. малощетинковые черви) обитают лишь в пресных водах и в почве. По типу строения они похожи на полихет. Но у них редуцируются пальпы и усики на головной лопасти. Исчезают и пароподии; олигохеты вернулись к типичному «червеобразному» движению. Но немногочисленные щетинки остаются, хотя практически незаметны. Положите дождевого червя на бумагу: когда он ползет, слышен шорох, производимый щетинками.

По сравнению с полихетами органы чувств развиты слабо. Глаз нет, однако они чувствуют свет и стремятся от него уйти. В отличие от полихет олигохеты гермафродиты. Процесс оплодотворения сложен: обоеполые особи сближаются передними концами и вводят мужские половые клетки в семяприемники друг друга (на 9—10-м сегментах). У всех на 32—37-м сегментах расположены многочисленные железы, выделяющие слизь (поясок). Эта слизь образует трубку, сдвигающуюся к переднему концу червя, как муфта. Когда сползающая «муфта» накрывает 13-й сегмент, в нее впрыскиваются яйцеклетки, которые затем на 9—10-м сегментах оплодотворяются спермой, выходящей из семяприемников (рис. 111).

Когда «муфта» со своим содержимым слезает с переднего конца червя, концы ее слипаются, и она образует яйцевой кокон. Под его защитой яйца развиваются в почве или грунте водоема. Свободноплавающей личинки нет, развитие прямое; из яйца выходит маленький червячок, подобный взрослому. Малощетинковые могут развиваться и бесполом путем (пере-

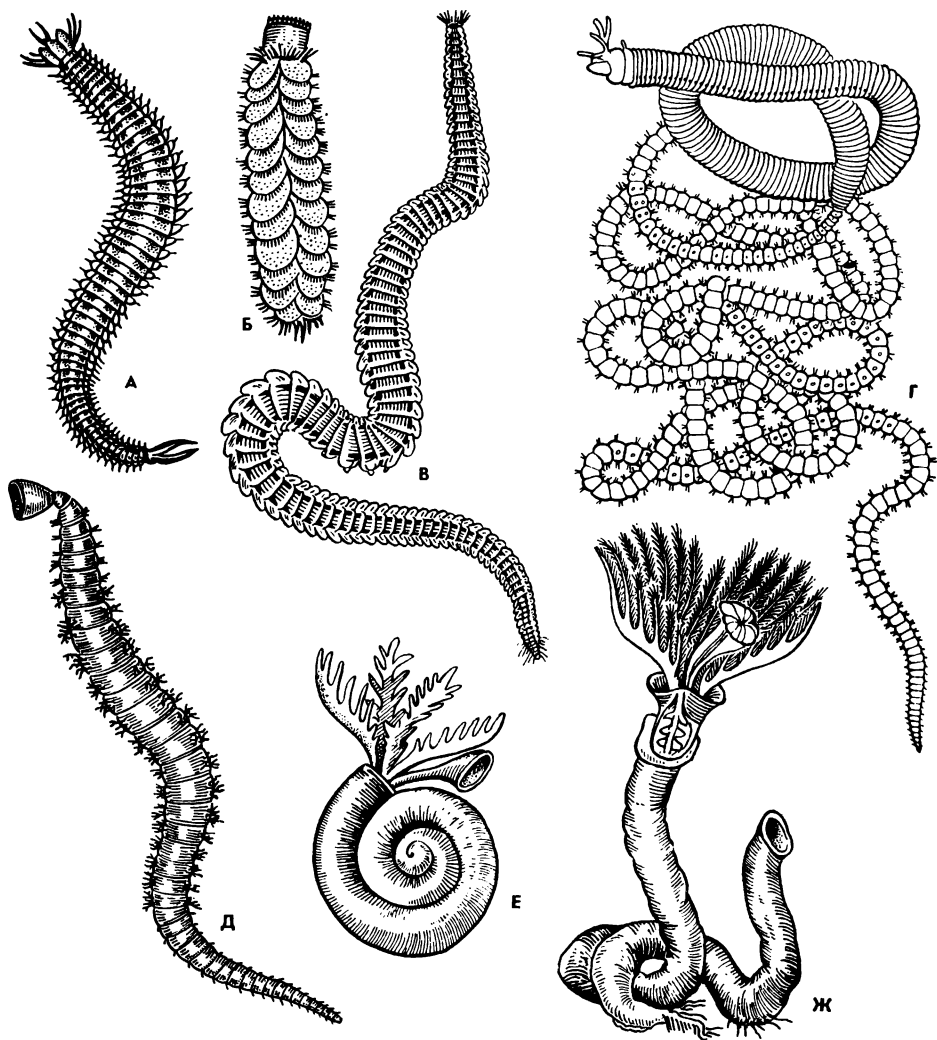


Рис. 110. Разнообразие полихет:

А, Б, В бродячие полихеты: нерейс, лепидонотус, филлодоце; Г палоло (задняя часть со вздутыми члениками переполнена половыми продуктами; при нересте отрывается). Сидячие полихеты: Д пескожил (роющая форма, глотка вывернута); Е — спирорбис (в спирально закрученной известковой трубчке); Ж — серпула (перистые жабры — видоизмененные пальпы)

рубленный лопатой земляной червь надстраивает недостающую половину).

Размеры олигохет варьируют от долей миллиметра до почти 3 м (например, гигантский дождевой червь из Австралии).

Пресноводные олигохеты порой размножаются во множестве, составляя, особенно в загрязненных водоемах, до 60% массы всех живых существ — *биомассы*. Трубочники, например, кишат у городских (коммунальных) и животноводческих стоков в водоемы (до 100 тыс. на 1 м² дна). Они, потребляя органику, очищают воду, а сами — отличный корм для рыб, в том числе и аквариумных.

Еще более важную роль в природе играют почвенные олигохеты — дождевые черви. Все строение их пищеварительной системы свидетельствует о том, какие огромные объемы малокалорийной земли им нужно пропускать через кишечник, чтобы насытиться. У дождевого червя на спинной поверхности кишечника развивается складка — *тифлосоль*, увеличивающая всасывающую поверхность. Потребляя гниющие остатки растений, навоз, органику грунта, они превращают их в усвояемые теми же растениями неорганические соединения. На важную роль дождевых червей в образовании плодородной почвы указал еще Ч. Дарвин. Детали их строения показаны на рисунке 112.

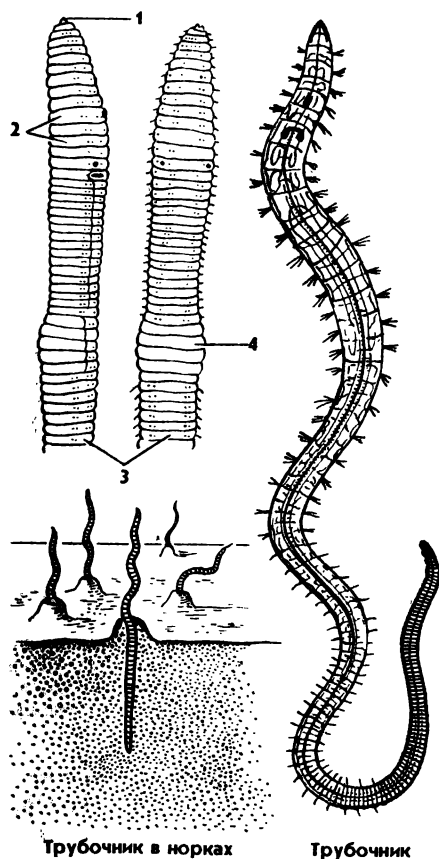


Рис. 111. Олигохеты — червь дождевой и трубочник.

Вверху изображен передний конец дождевого червя (слева) и с брюшной стороны (справа): 1 — предротовая лопасть, 2 — боковой ряд щетинок; 3 — брюшной ряд щетинок; 4 — пояс

Класс пиявок

Класс пиявок невелик (около 400 видов). Пиявки, несомненно, произошли от олигохет, но у них имеются существенные различия. У них постоянное число сегментов (33, реже 30), тело вытянутое и сплюснуто в спинно-брюшном направлении. На переднем конце тела развивается одна ротовая присоска (из четырех слившихся сегментов), на заднем — другая присоска

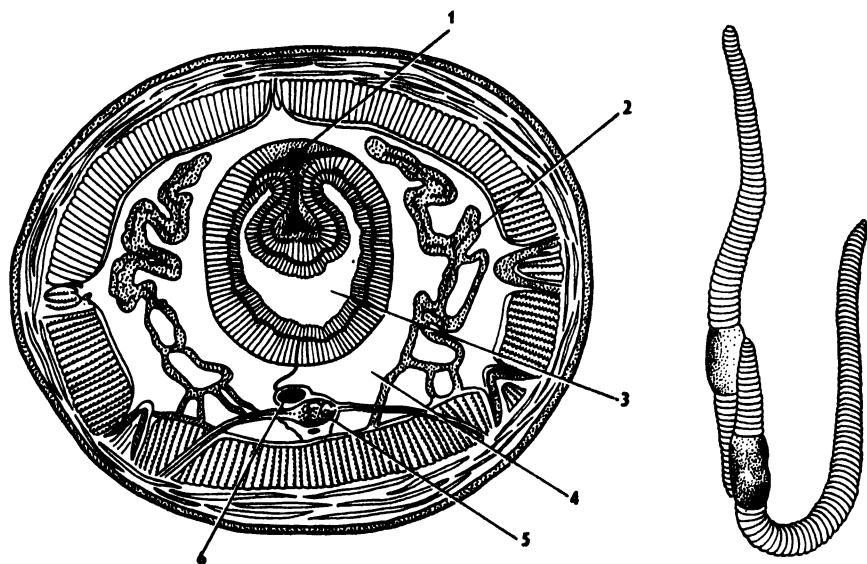


Рис. 112. Строение дождевого червя:

1 — спинной кровеносный сосуд; 2 — срез через воронку нефридия; 3 — кишечник (обратите внимание на впячивание со спинной стороны — *тифлозол*, увеличивающий всасывающую поверхность); 4 — полость тела (*целом*); 5 — срез через брюшную нервную цепочку; 6 — брюшной кровеносный сосуд. *Справа* — спаривание червей

(из семи сегментов). У них нет не только параподий, но и щетинок, кроме одного рода, представители которого сосут кровь у рыб, обитающих на Севере нашей страны, на Камчатке, Аляске и в Канаде. Пиявки плавают, волнообразно изгибая тело, или «шагают» по грунту и листьям растений, попеременно прикрепляясь передней и задней присосками.

Главное отличие пиявок от олигохет — исчезновение вторичной полости — целома. Он зарастает рыхлой соединительной тканью (паренхимой), а остатки его превращаются в незамкнутую кровеносную систему.

Как и олигохеты, пиявки — гермафродиты. У них также имеется пояс, выделяющий яйцевой кокон, только оплодотворение не наружное (в коконе), а внутреннее. Эти плоские коричневые яйцевые капсулы можно увидеть на нижней стороне листьев кувшинок и прочих водяных растений.

Самые крупные пиявки достигают 15 см, большинство — значительно меньше. Многие пиявки нападают на мелких водных животных. Лишь часть видов стала кровососущими наружными паразитами (некоторые, впрочем, проникают в ротовую и носовую полости птиц). Случайно проглоченная с водой пиявка может присосаться к поверхности носоглотки человека (это обычно представители рода *лимнатис*, обитают в Средней Азии).

Различают пиявок *хоботных*, имеющих выворачивающийся наружу хо-

боток, и *челюстных*, у которых в ротовой челюсти имеются три валика, вооруженных хитиновыми зубцами. У кровососущих кишечник образует парные карманы, так что насосавшаяся пиявка многократно увеличивается в размерах.

Большую пользу приносит медицинская пиявка и ряд других, которых применяют при заболеваниях кровеносных сосудов. Значение этих пиявок не в отсосе крови: в слюне пиявки содержится белок гирудин (от лат. «гирудо» — пиявка), препятствующий свертыванию крови. Он останавливает развитие тромбов, закупоривающих кровеносные сосуды, и полезен при склерозе, гипертонии, инсультах, рассасывает подкожные кровоизлияния. Медицинские пиявки высоко ценятся и стали редкостью. (Обычную в наших водоемах большую ложноконскую пиявку часто встречают с ужасом, но эта хищная пиявка кровь не сосет.)

В море обитает менее сотни видов пиявок. Они сосут кровь морских рыб, ракообразных, например камчатского краба. Некоторые виды вышли на сушу и обитают во влажных тропических лесах Юго-Восточной Азии. Они поджидают добычу на листьях и в траве и присасываются к ногам людей и животных (рис. 113).

В целом представители класса пиявок не так уж и вредны, а некоторые приносят большую пользу.

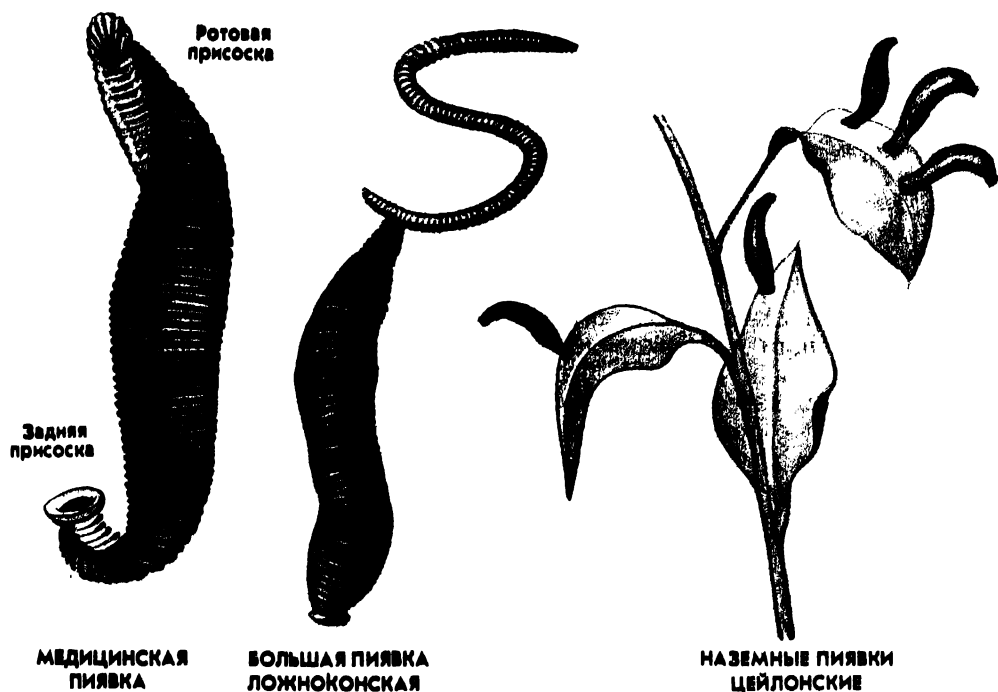


Рис. 113. Пиявки.

Большая пиявка ложноконская заглатывает червя дождевого, наземные пиявки цейлонские подкарауливают добычу (справа)

Это самый большой тип животного царства, в нем более 1,5 млн. видов, главным образом насекомых. Все членистоногие построены по образцу полихет, это — вторичнополостные сегментированные животные. Однако у них имеются существенные различия.

1. У полихет двуветвистые конечности: параподии сидят на нерасчлененном основании, ветви сами не расчленены и работают как весла. У членистоногих они подвижно соединяются с телом посредством суставов и сами состоят из нескольких члеников. Это многоколенные рычаги, посредством которых можно плавать, ходить, захватывать добычу, пережевывать ее.

2. У полихет, как говорят, сегментация *гомономная*, т. е. все членики, кроме первых двух (головной лопасти и ротового) и последнего (анальной лопасти), построены одинаково. Из этого правила есть исключения (разные членики сидячих полихет, поясковые сегменты олигохет). Для членистоногих же правилом становится *гетерономность* («разнозаконность») сегментации, в основном по строению конечностей (рис. 114).

3. У членистоногих кожно-мускульный мешок, типичный для червей, распадается на отдельные пучки мышечных волокон — мышцы, приводящие в движение при изгибании тела отдельные сегменты и конечности на этих сегментах.

4. Вторичная полость тела (целом) у членистоногих имеется только на ранних стадиях развития зародыша. Потом стенки целомических мешков разрушаются, их полости сливаются с остатками первичной, и возникает смешанная полость — *миксоцель*. В ней располагаются внутренние органы. Изменяется выделительная система. У кольчатых червей, как вы знаете, каждый целомический мешок обслуживался своим метанефридием. Общую полость тела у членистоногих обслуживает меньшее число (до одной пары) выделительных органов тоже метанефридиального происхождения.

5. Наружный покров членистоногих — *кутикула* пропитывается твердым азотсодержащим полисахаридом — *хитином* (у полихет из хитина состоят только щетинки и челюсти). Так образуется наружный скелет. Иногда он пропитывается известью (некоторых крабов, например, трудно разбить даже молотком). Это создает известные затруднения при росте. Время от времени «старые латы» становятся тесными. Тогда членистоногое линяет: старая кутикула лопается, обычно между сегментами на спине, и животное вылезает из нее. Пока новая кутикула не пропиталась хитином, рак или тапакан растет, увеличиваясь в размерах.

6. Как и круглые черви-нематоды, членистоногие не имеют ресничек или жгутиков. У членистоногих появляется центральный орган кровеносной системы — сердце. А так как первичная полость тела, из которой у полихет развивается замкнутая сеть кровеносных сосудов, сливается у них со вторичной, кровеносная система оказывается незамкнутой. Кровь у них изливается из сосудов в полость тела и омывает внутренние органы. Эту жидкость, нечто среднее между кровью и целомической жидкостью, избегают называть кровью и дали ей название *гемолимфа*.

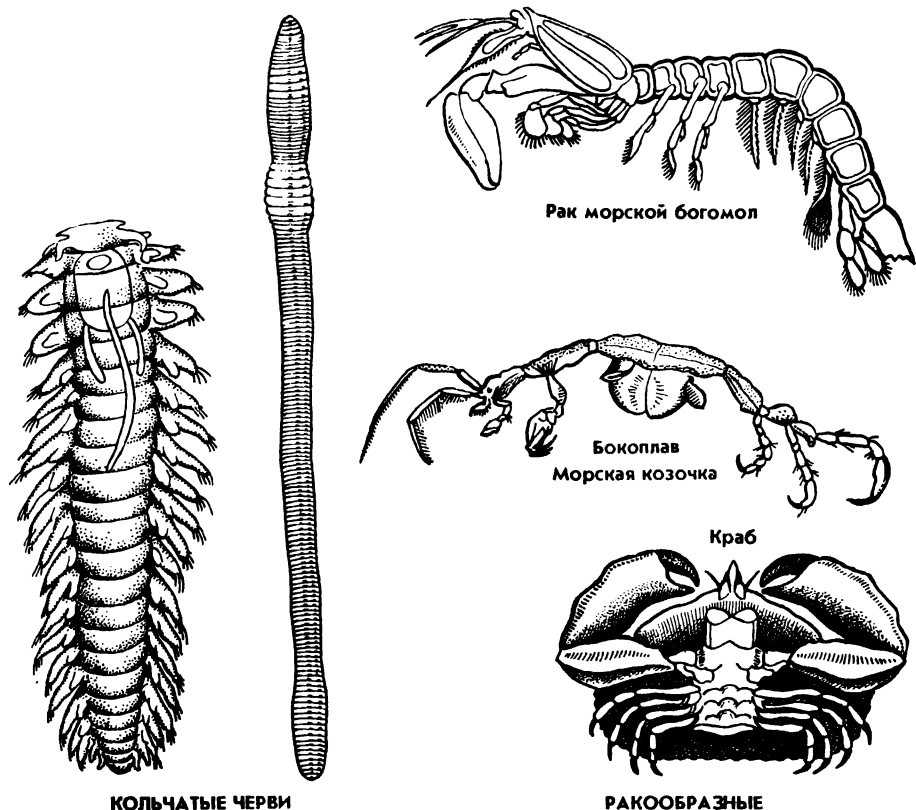


Рис. 114. Гомономная и гетерономная сегментации.

У кольчатых червей сегментация гомономная: все строения; у ракообразных сегментация гетероно

ная примерно одного

7 Для членистоногих обычны кроме простых сложные фасеточные глаза, состоящие из множества мелких глазков (рис. 115). Такие глаза дают мозаичное изображение, состоящее из отдельных точек. Оно не очень четкое, но зато фасеточный глаз позволяет заметить самое незначительное движение (потому так трудно поймать рукой муху).

Все прочие признаки членистоногих или унаследованы от кольчатых червей (например, окологлоточное нервное кольцо и брюшная нервная цепочка), или характерны только для отдельных групп, которые мы сейчас рассмотрим.

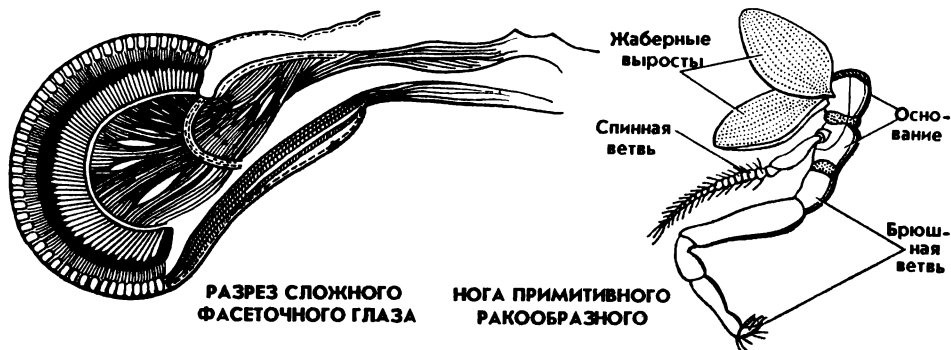


Рис. 115. Строение ракообразных.

В разрезе фасетного глаза (слева) видно, что это объединение простых глазков, дающее мозаичное изображение. Справа — строение ноги ракообразного

ПОДТИП ЖАБЕРНОДЫШАЩИХ (КЛАСС РАКООБРАЗНЫХ)

Представители более 20 тыс. видов, входящих в этот подтип и единственный в нем класс, дышат *жабрами* — выростами конечностей (см. рис. 115). Даже те, что выходят на сушу (тропические крабы и раки-отшельники, мокрицы), сохранили жабры, хотя они закрыты выростами панциря от высыхания. Мелкие представители жабры часто теряют и дышат всей поверхностью тела.

Другой признак ракообразных — наличие *двух пар усиков*. Первые расположены на головной лопасти, они соответствуют пальцам полихет и называются *антеннулами* (антенночками) или *антеннами* I. Вторые, на первом членике туловища, соответствуют первой паре параподий полихет, они двуветвистые и называются *антеннами* II. Следующие за ними конечности часто приспособлены для удержания и измельчения пищи и называются по порядку *мандибулами* (жвалами), *максиллами* (нижними, т. е. задними, челюстями) и *ногочелюстями*. Примером могут быть ротовые придатки широко известного речного рака (рис. 116).

В теле ракообразных различают голову (головная лопасть и четыре следующих сегмента), грудь (у высших из восьми сегментов) и брюшко (из шести сегментов). Сегменты часто сливаются, а у паразитических ракообразных (есть и такие) тело иногда превращается в бесформенный мешок без сегментации. Порой спинная часть панциря разрастается в щит — *карапакс*, защищающий рака сверху. Иногда карапакс образует двустворчатую раковину, в которую прячется туловище или все тело. На конце тела анальная лопасть — *тельсон*.

Большинство свободноживущих ракообразных раздельнополы. Самка часто вынашивает яйца на себе, развитие личинки со сложным превращением — *метаморфозом*. У низших из яйца выходит характерная личинка — *науплиус* («пловец», рис. 117) с одним простым глазком и тремя парами конечностей, из которых потом образуются антенны I и II и жвалы. Новые

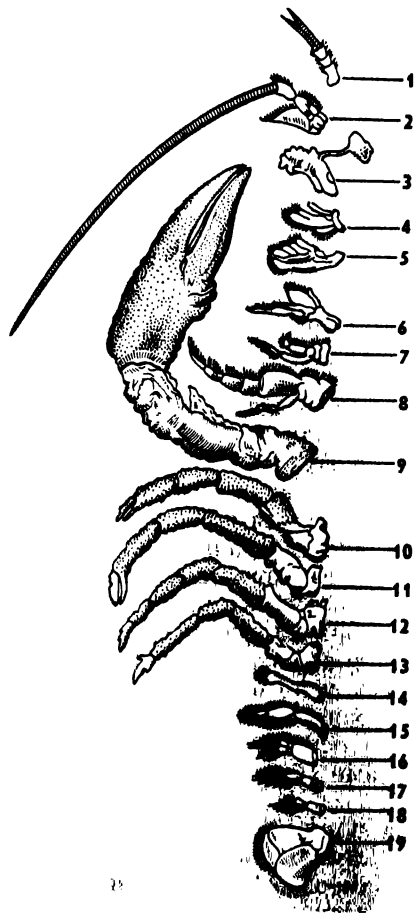


Рис. 116. Конечности речного рака:

1, 2 — антенны I (антеннулы) и антенны II; 3 — жвалы (мандибулы); 4, 5 — максиллы I и II; 6—8 — ногощелюсти; 9—13 — ходильные ноги; 14—18 — брюшные ноги; 19 — последняя пара, вместе с тельсоном образующая «хвостовой веер» (хлопая им, рак плавает хвостом вперед)

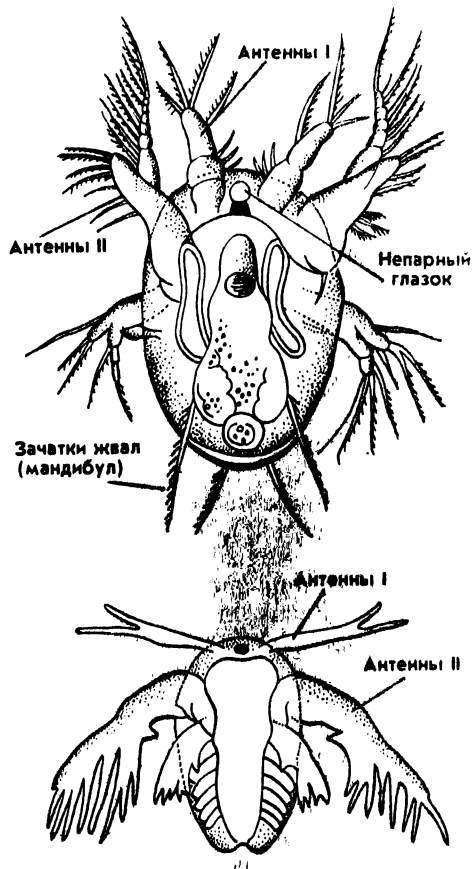


Рис. 117. Науплиусы циклопа (вверху) щитня

сегменты образуются в анальной зоне роста; личинка много раз линяет, с каждой линькой становясь все более похожей на взрослую особь. У высших раков первые стадии развития протекают под оболочкой яйца.

Размеры ракообразных от долей миллиметра до почти метра (один глубоководный краб имеет «в размахе ног» до 3 м, но из них большая часть приходится на «паучьи» ноги).

Всего в классе ракообразных выделяют шесть подклассов, из которых рассмотрим четыре наиболее важных.

Самый примитивный подкласс — жаброноги. У этих мелких рачков голова не срастается с грудными сегментами, ножки листовидные, примерно одинаковой формы и используются в равной мере при дыхании и передвижении. Они же создают ток воды, подводящий пищевые частицы ко рту. Брюшной отдел лишен конечностей.

Примитивные жаброноги были вытеснены в места, где им нет конкурентов, в мелкие, пересыхающие водоемы и лужи. Их яйца легко переносят высыхание и дожидаются в почве нового сезона дождей. Наиболее интересна из жаброногов артемия: она может жить в соленых озерах с концентрацией соли до 300 г/л, а в пресной воде через 2—3 дня погибает.

Не менее удивителен щитень — также обитатель весенних луж (рис. 118). Он крупнее (до 5 см) артемии, и со спины его голову, грудь и переднюю часть брюшка покрывает щит. Его сушеные яйца сохраняют жизнеспособность до 15 лет. Щитень древнее динозавров: отпечатки (в 200 млн. лет) этих раков ничем не отличаются от современных.

Гораздо более известны ветвистоусые рачки, например дафнии. Они мелкие, обычно меньше 1 мм (хотя среди них имеется один хищный 18-миллиметровый гигант), как правило, стекловидно-прозрачные кишат во всех пресноводных водоемах. Дафнии — важнейшие кормовые объекты рыб. Сиги, снетки, ряпушки и молодь всех прочих рыб, после того как перерастут коловраток и науплиусов, переходят на питание дафниями. Сами дафнии отфильтровывают бактерий, одноклеточных водорослей и частицы детрита.

У ветвистоусых тело, кроме головы, заключено в прозрачную раковинку (разросшийся карапакс), открывающуюся на брюшной стороне. Их двуветвистые антенны II огромны и служат основным органом движения. Ударяя ими по воде, рачок движется скачками (отсюда старое название — «водяные блохи»).

Самки дафний вынашивают яйца под защитой раковинки на спине. Из яйца выходит уже маленькая дафния. Зимующие яйца, заключенные в прочный пакет («седлышко»), переносят замерзание и высыхание и разносятся на перьях и лапах водяных птиц по всем пресным водоемам Земли. Как и коловратки, дафнии летом размножаются неоплодотворенными яйцами. Мелкие самцы появляются осенью, и оплодотворенные яйца уходят на зимовку. В последнее время дафний для питания молоди рыб стали разводить рыбоводы.

Второй большой подкласс ракообразных — максиллоподы (челюстеногие), а из них — отряд веслоногих. У этих в основном мелких, до 5 мм, рачков голова утеряла все следы сегментации и слилась с первым грудным сегментом. Основной орган движения — мощные антенны I (рис. 119). Морские веслоногие рачки — основной корм сельди и других планктонных рыб. Сами они питаются в основном диатомовыми водорослями, разгрызая их жвалами (поэтому на жвалах у них развиваются коронки из кремнезема; рис. 120).

Развитие у веслоногих сложное, с 12 линьками, первая личинка — науплиус. В пресных водах наиболее обычны циклопы (названные так в честь одноглазых героев древнегреческих мифов). Циклопы — также хороший

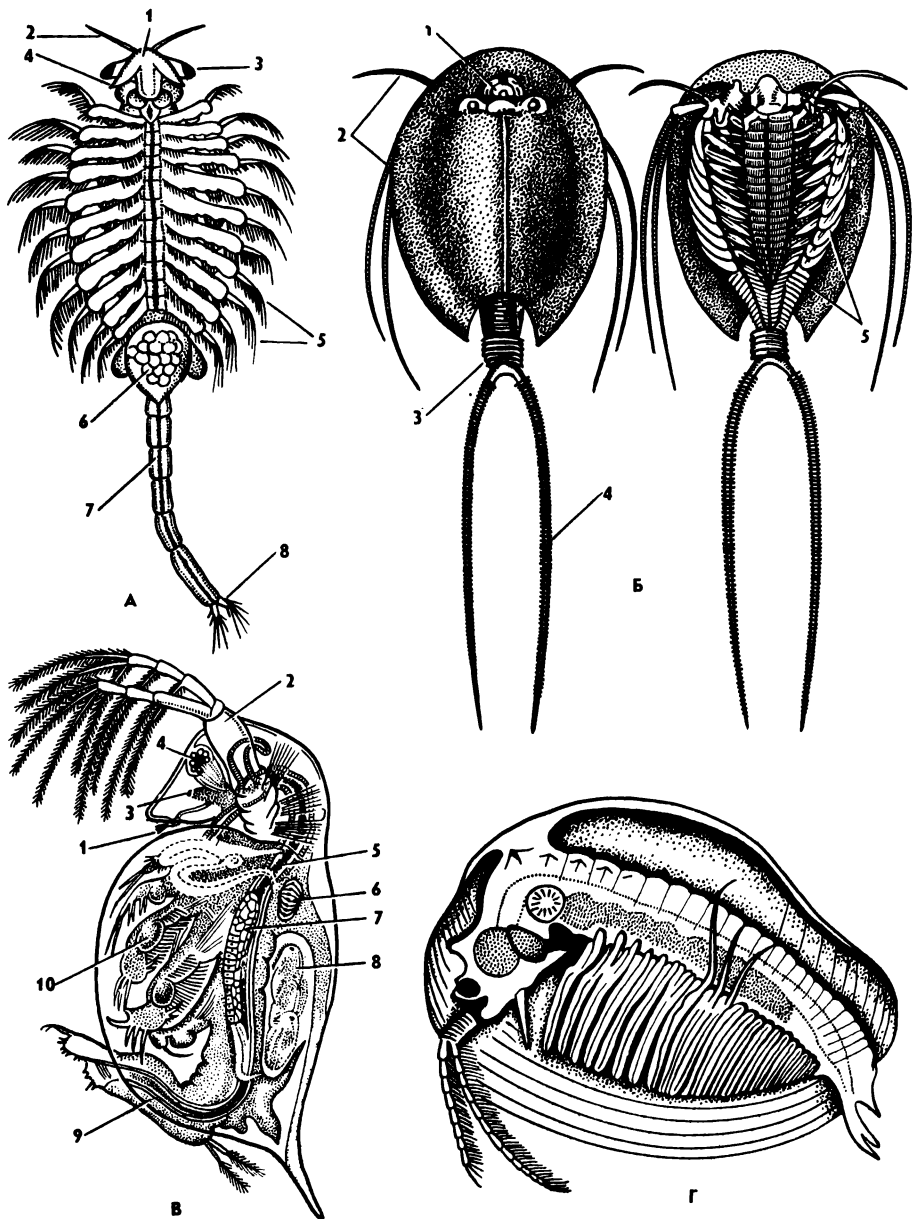


Рис. 118. Жаброногие и ветвистоусые ракообразные:

А — артемия (вид снизу): 1 — науплиальный глазок; 2 — антеннулы; 3 — фасеточные глаза; 4 — антенны II; 5 — грудные конечности; 6 — яйцевой мешок; 7 — брюшко; 8 — вилочка; Б — щитень (сверху и снизу): 1 — глаза; 2 — придатки первой пары грудных ног; 3 — брюшко; 4 — вилочка; 5 — грудные ноги; В — дафния: 1 — антеннулы; 2 — антенны II; 3 — науплиальный глазок; 4 — фасеточный глаз; 5 — кишечник; 6 — сердце; 7 — яичник; 8 — выводковая сумка; 9 — брюшко; 10 — грудные ноги; Г — раковинный листоногий рачок с удаленной левой створкой раковинки

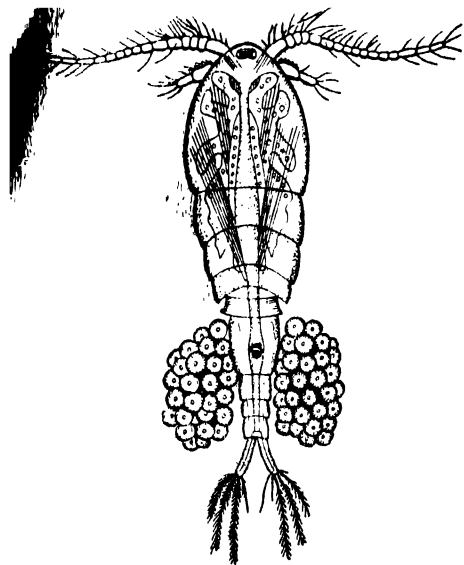


Рис. 119. Отряд веслоногих — циклоп (самка с яйцевыми мешками).

Эти рачки плавают, ударяя по воде мощными антеннами I

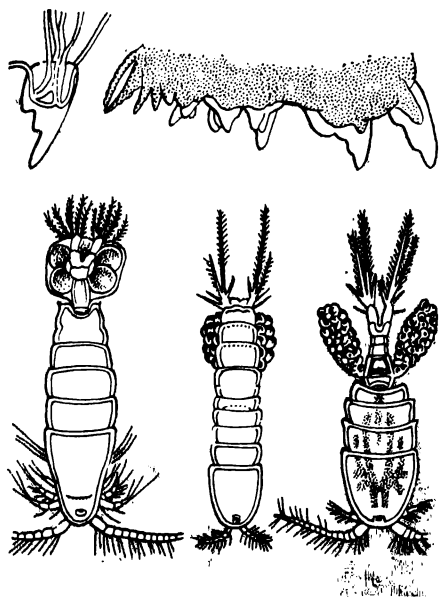


Рис. 120. Различные веслоногие рачки.

Внизу — край жвалы под большим увеличением (видны прозрачные коронки на зубах, с помощью которых рачок легко разгрызает панцири диатомовых водорослей)

корм для рыб. Но они промежуточные хозяева многих паразитов, например широкого лентеца и ришты. Многие максиллоподы сами паразитируют на беспозвоночных и рыбах (карпоеды, «карповые вши»).

Удивительны представители отряда усоногих: морские желуди и морские уточки. Они и на раков-то не похожи: желуди и уточки перешли к сидячему образу жизни в домиках из известковых пластинок (рис. 121), а паразитические формы имеют мешковидное туловище с разветвлениями, без следов сегментации. Но личинки их — характерные науплиусы с рогообразными выростами. Потом личинка образует двустворчатую хитиновую раковину, наконец, прикрепляется спинной стороной к твердой поверхности и строит известковый домик прямо на субстрате, как морские желуди, или на гибкой ножке, как уточки. Взмахами ножек пища загоняется в домик.

К сожалению, усоногие селятся не только на камнях и скалах, но и на днищах судов, в результате возрастает сопротивление воды, что приводит к торможению хода и пережогу горючего. За год в Японском море на днище судна нарастает 10—12 кг на 1 м² поверхности, а в тропиках еще больше. Суда приходится ставить в доки и сбивать обрастания. Затраты на борьбу с усоногими только в США ежегодно превышают 100 млн. долларов.

МОРСКОЙ ЖЕЛУДЬ

МОРСКАЯ УТОЧКА

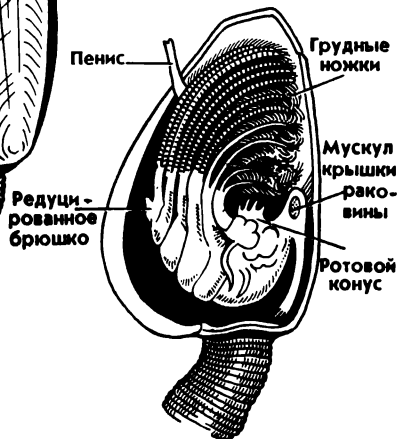
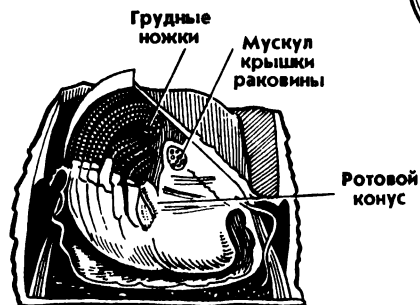
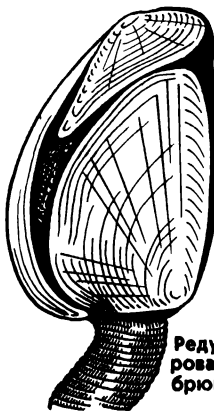
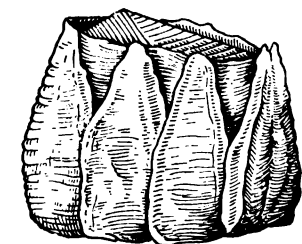


Рис. 121. Усоногие ракообразные

У представителей подклассов ракушковых ракообразных — остракод все тело покрыто двустворчатой, пропитанной солями кальция раковинкой (рис. 122). Это мелкие, около 1 мм в длину, рачки, обитающие в море и в пресных водах, некоторые даже в лесной подстилке влажного тропического леса. Известно 2 тыс. ныне живущих и более 12 тыс. ископаемых видов. По створкам раковин ископаемых остракод можно определить геологический возраст породы, поэтому остракод ценят геологи.

В подклассе высших раков насчитывается 14—15 тыс. видов и 14 отрядов. Для них характерно постоянное число грудных и брюшных сегментов (грудь состоит из 8, а брюшко из 6—7). Часто передний

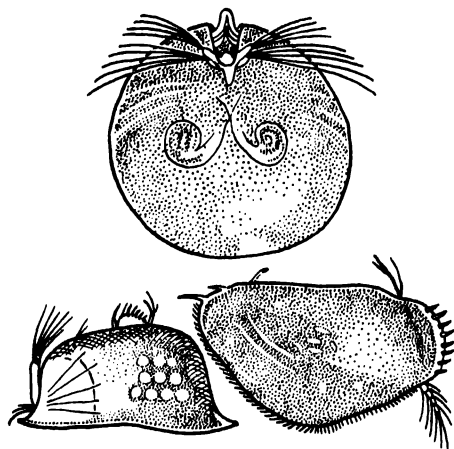


Рис. 122. Ракушковые ракообразные.
У них науплиус уже заключен в двустворчатую раковину

сегмент груди и иногда два следующих за ним сливаются с головой, образуя головогрудь; их ноги превращаются в *ногочелюсти*, участвующие в захвате и перетирании пищи. Брюшные сегменты также несут конечности.

Внутреннее строение рассмотрим на примере всем известного представителя — речного рака. Он пищу захватывает передними конечностями, несущими клешни, передает ротовому аппарату, состоящему из жвал, двух пар максилл и трех пар ногочелюстей. Передняя часть кишечника, также выстланная хитином, образует желудок. В нем пища (в основном водяные растения) перетирается и поступает в среднюю кишку. Большую часть полости тела занимает пищеварительная железа — одновременно печень и поджелудочная железа. Всасывание переваренной пищи идет в средней и задней кишке, заканчивающейся анальным отверстием на последнем членике тела.

Нередко задают каверзный вопрос: где у рака хвост? Хвост — это постанальный (после заднепроходного отверстия) отдел туловища, в который не продолжается кишечник. Значит, у рака, как и у всех членистоногих, хвоста нет. То, что называют хвостом или «шейкой», — брюшко. Резко подгибая его, рак плавает «задом наперед», ползает же он, как и все животные, головой вперед.

Жабры у рака расположены в жаберной полости под боковыми краями щита. В этой полости влажная, препятствующая их пересыханию атмосфера. Поэтому раки могут долго жить без воды, а некоторые из них совсем переселились на сушу. Сердце рака имеет отверстия, через которые из полости тела вливается гемолимфа. Кровь у раков бесцветная, или красная, или синяя, в зависимости от того, содержит их дыхательный белок железо или медь. Нервная система — окологлоточное нервное кольцо и брюшная нервная цепочка.

Самка вынашивает оплодотворенные яйца на грудных конечностях; развитие обычно с метаморфозом, но у речного рака весь метаморфоз идет под скорлупой яйца.

Некоторые представители высших раков показаны на рисунке 123; 4500 видов образуют отряд изопод (равноногих). Они живут в море, пресных водах и на суше. У нас в пресных водах обычен водяной ослик, а на суше — мокрица. Судя по названию, мокрица должна была бы жить во влажных местах. Однако некоторые из них поселились в пустынях, где роют глубокие норки.

Не менее обилен видами (свыше 4500) отряд бокоплавов. Они также морские и пресноводные жители, многие из них — излюбленный корм многих рыб. Удивительно разнообразные бокоплавы и водяные ослики обитают в озере Байкал и больше нигде.

В рыбных магазинах был популярен так называемый криль и изделия из него. Это представители малого (85 видов) отряда эвфаузиевых. Как и изоподы и бокоплавы, они в морях — важная пища рыб. Но крупные эвфаузиевые Антарктики, питающиеся диатомовыми, — основной корм не только рыб, но и пингвинов, тюленей-крабоедов, китов, вплоть до гигантского синего.

Практически все ракообразные съедобны и в общем одного вкуса. Но люди наиболее ценят самых крупных — представителей отряда десятиногих

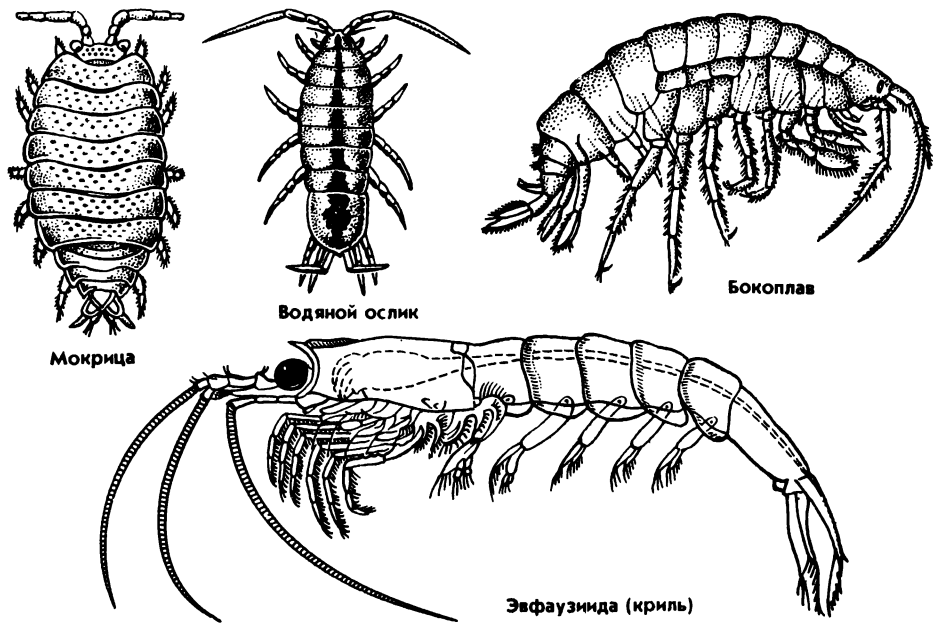


Рис. 123. Высшие ракообразные

(ног у них, конечно, больше, но ходят они на пяти парах грудных). Их насчитывается 8500 видов.

У десятиногих плавающих (креветок) длинное брюшко, у ползающих плавательные грудные и брюшные конечности. Крупных креветок высоко ценят и промышленляют, в Японии их разводят в отгороженных от моря заливах. Среди ползающих выделяют длиннохвостых, неполнохвостых и короткохвостых. Правильнее их именовать длинно-, неполно- и короткобрюшными, ведь хвоста у раков нет.

Длиннобрюшные — это крупные омары, langoustes и речные раки. На территории нашей страны их два вида: реки бассейна Балтийского моря населяет широкопалый рак, а Черноморский, Каспийский бассейны и Западную Сибирь — узкопалый. В бассейне Волги они встречаются, и узкопалый вытесняет более ценного широкопалого. Близкий род живет на Дальнем Востоке. Перелов, загрязнение водоемов и вспыхнувшее в прошлом веке заболевание — «рачья чума» привели к гибели рачьего поголовья во многих местах. В пресных водах Южного полушария живут представители близких семейств. В тропиках речных раков нет. Похоже, они вытеснены многочисленными там пресноводными креветками и крабами, обитающими и у нас в южных районах.

Неполнобрюшные (неполнохвостые) — это раки-отшельники. Они прячут мягкое брюшко в пустые раковины морских улиток, стего

оно приобретает форму полости раковины. Когда рак после линьки подрастает, он должен сменить старую раковину на более просторную.

Есть и исключения: некоторые отшельники прячутся в полостях губок и кораллов. Крупный «краб-разбойник», или «пальмовый вор», островов Индийского и Тихого океанов сначала живет в раковине, а потом выходит на сушу, подгибая брюшко под туловище. Питается плодами (например, разбитыми или треснувшими кокосовыми орехами). Но размножаться уходит в море.

Нет раковины также у камчатского краба — самого ценного из ракообразных (до 1,5 м в размахе ног и до 7 кг массы). Внешне он похож на краба, но подгибает брюшко и последнюю пару грудных ног под широкий панцирь головогрудного щита. В пищу идет мясо передних четырех конечностей. Размножается он крайне медленно; промысляются только самцы свыше 10-летнего возраста.

И наконец, короткобрюшные (короткохвостые) — настоящие крабы с симметричным подогнутым под грудь маленьким брюшком. Многие из них — также объекты промысла. Некоторые из моря ушли в пресные воды (в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии). В Закавказье во влажных лесах они даже роют норы. По берегам тропических островов бегают крупные сухопутные крабы. Как и раки-отшельники, они размножаются лишь в море. Основные представители десятиногих даны на рисунках 124, 125.

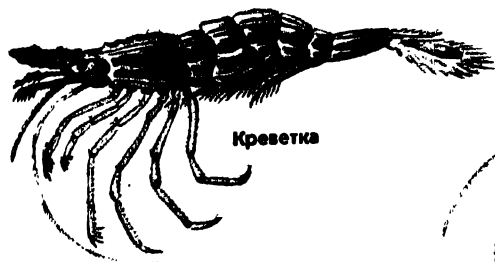
Итак, мы рассмотрели подтип жабернодышащих. Хотя некоторые из них переселились на сушу, органы дыхания у них остались прежними, водяными. Это типичные жабры.

Представители следующего подтипа являются как бы переходными от водного образа жизни к наземному, у них хорошо развито воздушное дыхание. Но сначала — о группе членистоногих, последний представитель которых вымер многие десятки миллионов лет назад.

Подтип трилобитов (трехлопастных)

В эру древней жизни — палеозойскую — моря кишели своеобразными членистоногими. Внешне они походили на гигантских, до 75 см в длину, мокриц, покрытых трехдольным щитом (отсюда и название). Палеонтологи описали до 10 тыс. их видов. У них имелись усики (антенны I) и своеобразные конечности: спинная ветвь двуветвистой ножки исчезла, и место ее заняла жаберная ветвь. Однородная гомономная сегментация говорит об их примитивности (рис. 126).

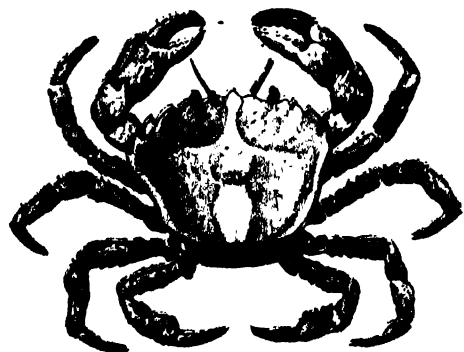
Вымершие 190 млн. лет назад, эти животные представляют большой интерес для ученых. Геолог, найдя в осадочных породах палеозойской эры отпечаток трилобита, без труда определит возраст породы. Ведь каждому геологическому веку соответствуют свои виды трилобитов (как и виды остракод, фораминифер и кораллов). А без знания возраста породы нельзя построить геологическую карту, нельзя вести поиск полезных ископаемых.



Креветка



Рак-отшельник (без раковины)



Краб



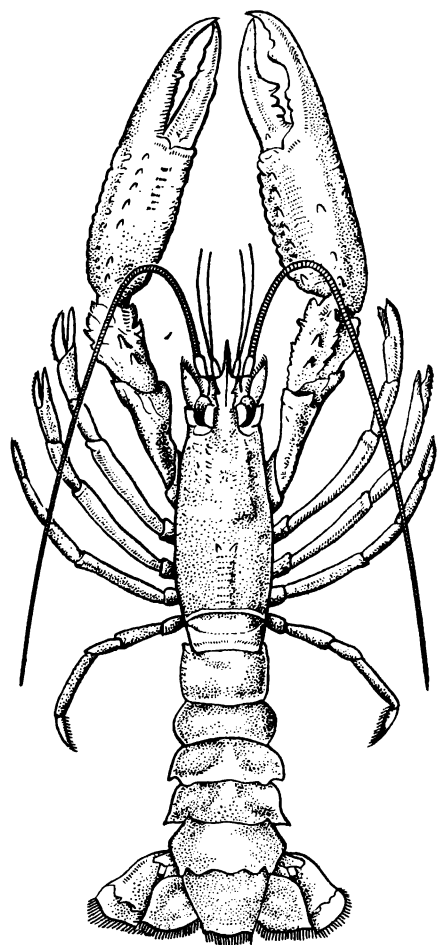
Камчатский краб

Рис. 124. Десятиногие ракообразные

Подтип хелицеровых (клешнеусых)

Предки 40 тыс. видов подтипа клешнеусых еще в начале палеозойской эры предприняли массовый «десант» из моря на сушу. Теперь в море остались лишь их единичные представители — «живые ископаемые».

Несмотря на удивительное разнообразие представителей этого подтипа,



РЕЧНЫЕ РАКИ

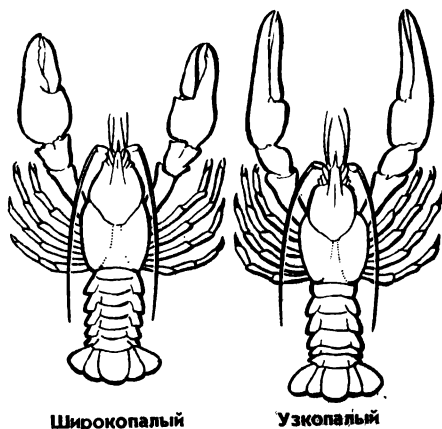


Рис. 125. Лангуст (слева) и широкопалый и узкопалый речные раки

все они построены по единому плану. Произшли они от каких-то трилобитоподобных предков, потерявших усики (антенны I). Впереди у них первая послеротовая пара конечностей, часто несущая клешни. Их называют *хелицерами* (*клешнеусами*). Вторая пара — *педипальпы* (*ногощупальца*). За ней следуют четыре пары ходильных ног. Соответственно тело делится на головогрудь — *просому* (*переднетело*) и брюшко — *опистосому* (*заднетело*). Обычно первые шесть сегментов брюшка называют *мезосомой* (*среднетелом*). У водных только они несут жаберные придатки. Задний отдел брюшка конечностей лишен. Завершается он хвостовым придатком — *тельсоном*, нередко с острым шипом, иногда снабженным ядовитой железой.

В этом подтипе наблюдается тенденция к укорочению тела, утрате и слиянию брюшных сегментов (рис. 127). Соответственно изменяются и

внутренние органы. Система пищеварения у хелицеровых напоминает кишечник ракообразных. Часто возникает наружное пищеварение; паук или клещ не пережевывает добычу, а впрыскивает в нее пищеварительный сок и затем высасывает. Выделительные органы, как и у ракообразных, происходят от метанефридиев кольчатых червей. Но появляются новые структуры — *мальпигиевы сосуды* (названные так в честь натуралиста Мальпиги). Это длинные ветвящиеся трубочки, в которые из полости тела собираются продукты обмена. Открываются они в кишечный канал.

Первые хелицеровые, выйдя на сушу, защитили свои жабры от высыхания, жабры впятились в тело,

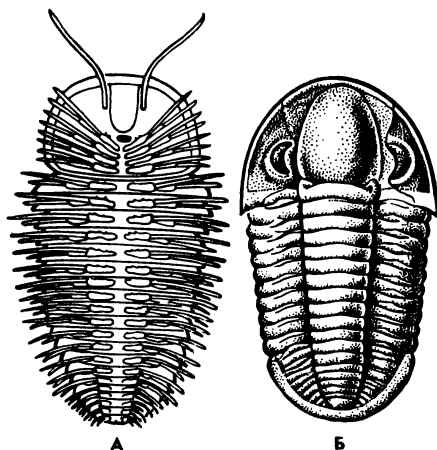


Рис. 126. Трилобит.

Вид снизу (А) и сверху (Б)

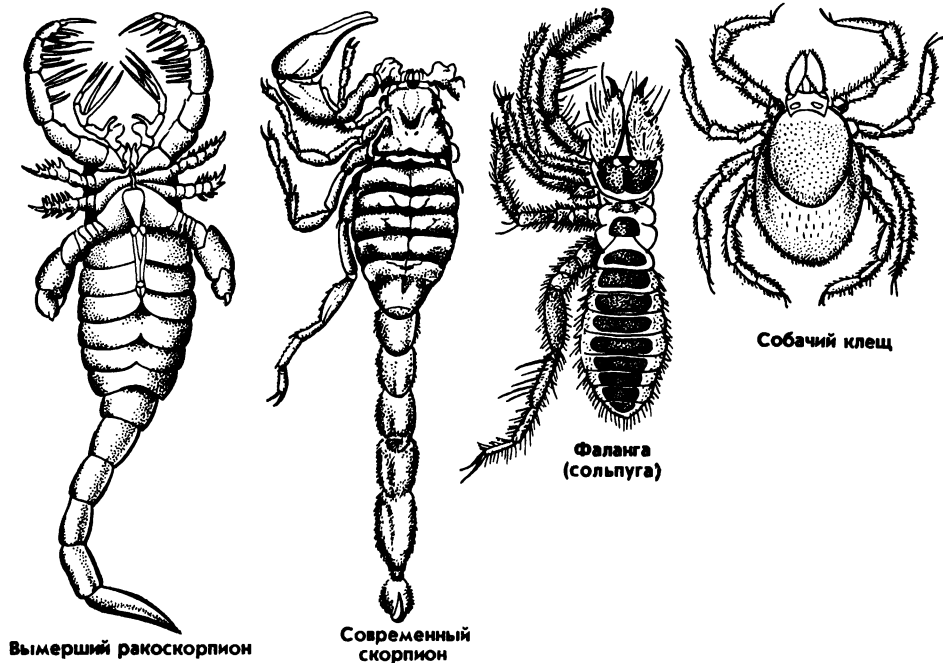


Рис. 127. Тенденция к утрате и слиянию сегментов у хелицеровых

образуя легочные мешки. В таком виде они сохранились у низших паукообразных. У высших уже развиваются *трахеи*: от дыхательных отверстий на брюшке отходят в полость тела воздухоносные трубочки — впячивания эктодермы, по которым воздухом снабжаются внутренние органы.

С развитием трахей кровеносная система становится не очень и нужной для транспорта кислорода. Поэтому если у низших форм имеется сердце в виде более или менее длинной трубки с щелями-остиями, то у высших оно укорачивается, уменьшается, а мелкие формы вообще бессердечны. Кровь (гемолимфа) хелицеровых, как и раков, обычно голубая. Их дыхательный пигмент — *гемоцианин* — содержит медь, а не железо.

Все наземные хелицеровые утеряли сложные глаза, их мелкие простые глазки очень близоруки. Брюшная нервная цепочка у форм с укороченным туловищем сливается практически в единый нервный узел.

Хелицеровые раздельнополы. Наружное оплодотворение сохранилось только у водных. У наземных самец с помощью хелицер, или педипальп, вводит самке в половое отверстие мешочек со сперматозоидами — *сперматофор* или просто передает его самке, а потом стремительно убегает, так как самка после копуляции часто съедает самца. Развитие прямое, личинка отличается только размерами, увеличиваясь с каждой линькой. Такие личинки называются *нимфами*.

В подтипе хелицеровых различают два класса — меростомовых и паукообразных.

В класс меростомовых входят ныне живущие мечехвосты и ракоскорпионы. Мечехвосты — самые крупные из хелицеровых (до 90 см в длину). Тело их делится на головогрудь и брюшко, несущее прикрытые крышками жабры, и сверху покрыто массивным щитом (рис. 128). Завершает его длинный шип — хвостовая игла. Мечехвосты хорошо плавают (брюхом вверх) и легко закапываются в песчаный грунт. Пять видов их обитает по Атлантическому побережью Северной Америки и Юго-Восточной Азии.

Эти «живые ископаемые» сохранили многие древние черты: органы выделения как у раков, кровеносная система развита хорошо, есть жабры, оплодотворение наружное, личинка похожа на личинку грилобита. Есть даже нервы, которые должны были бы подходить к антеннам, хотя сами антенны уже утеряны. Размножаются они во множестве и даже служат объектом промысла. В США их используют как удобрение, а в Азии кое-где даже употребляют в пищу.

Ракоскорпионы вымерли примерно в то же время, что и трилобиты. Когда-то они процветали в морях, достигая 2 м в длину. Хвостовая игла у них, очевидно, имела ядовитые железы (см. рис. 127). Их ныне живущие выродившиеся потомки — скорпионы относятся уже к классу паукообразных.

Паукообразных насчитывается свыше 60 тыс. видов. Все они наземные формы, у которых придатки конечностей — жабры стали легкими, а далее заменились трахеями. Все они хищники с наружным пищеварением, иные стали паразитами. Из 13 современных отрядов рассмотрим только самых интересных и важных представителей.

Древнейшие паукообразные — скорпионы, прямые потомки водяных ракоскорпионов. Жабры у них впятились внутрь. Характерны для скорпионов

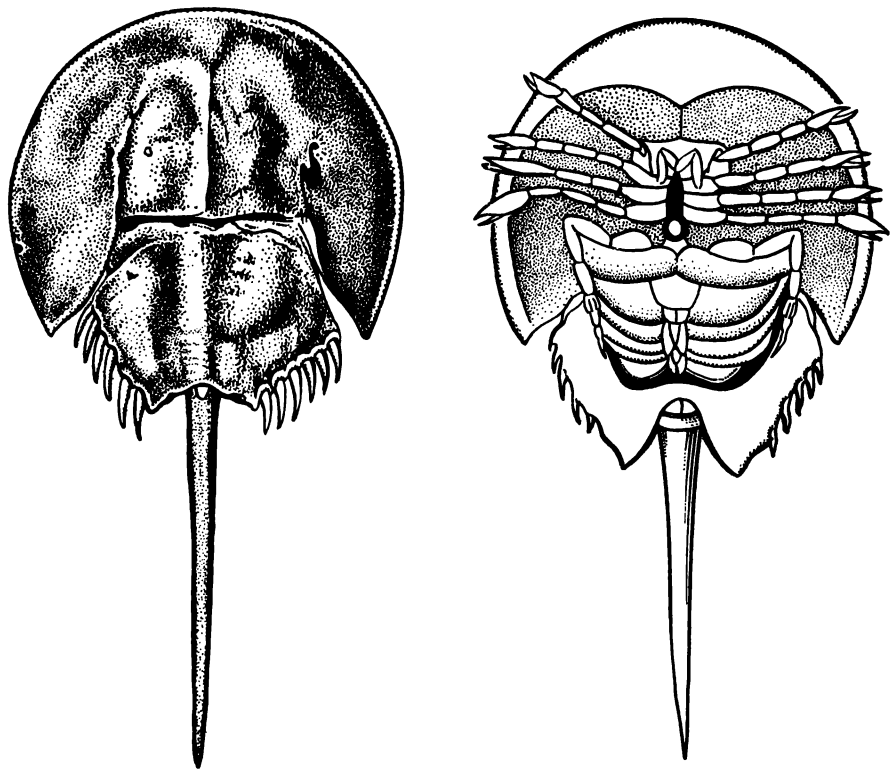


Рис. 128. Мечехвост (слева — вид сверху, справа — вид снизу)

педипальпы в виде клешней и членистый задний отдел брюшка, который кончается парой ядовитых желез с жалом. Обычно скорпион хватается добычу клешнями и жалит, перегибая свой «хвост» через голову. Так же он защищается. Обычно это ночные животные, днем прячущиеся под камнями, в щелях скал, в почве. Крупные тропические формы (до 20 см) могут быть опасными. Скорпионы Закавказья, Нижнего Поволжья и Средней Азии мелкие (до 65 мм), их укусы болезненны, как и у пчел, но, практически не смертельны.

В отряде пауков 27 тыс. видов. Тело паука делится на головогрудь и нечленистое брюшко, обычно с узким перехватом между ними. Хелицеры снабжены ядовитыми железами, а на конце брюшка паутинные бородавки — видоизмененные брюшные ножки, к которым подводятся протоки паутинных желез (рис. 129).

Паутина — это затвердевающий на воздухе секрет желез, состоящий в основном из белка, близкого к шелку, но значительно более прочного (проч-

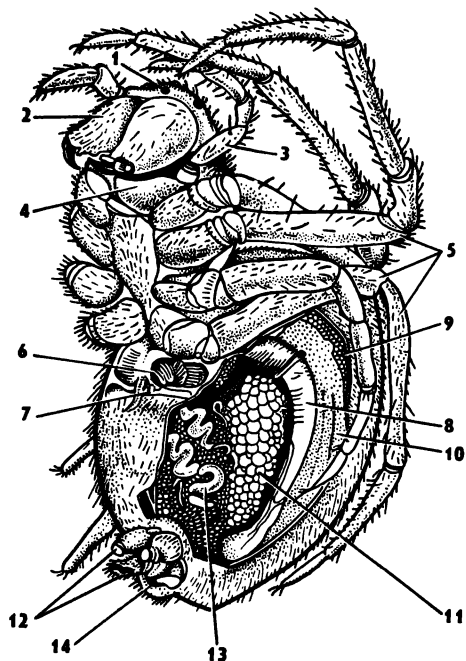


Рис. 129. Самка паука-крестовика (вскрытый брюшной отдел):

1 — глаза; 2 — хелицеры; 3 — педипальпы; 4 — лопасти педипальп; 5 — ноги; 6 — легкие; 7 — дыхательные отверстия; 8 — средняя кишка; 9 — печень; 10 — сердце; 11 — яичник; 12 — паутинные бородавки; 13 — паутинные железы; 14 — анальное отверстие

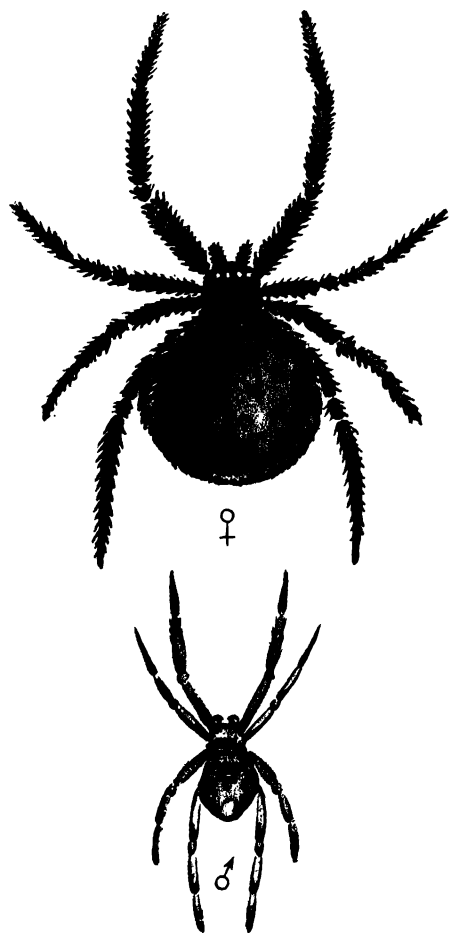


Рис. 130. Единственный смертельно ядовитый паук наших широт — каракурт («черная смерть») (самка и самец)

ность на разрыв достигает 260 кг на 1 мм² сечения). Далеко не все пауки строят ловчие сети для добычи. У многих паутины хватает только на яйцевой кокон. Водяной паук-серебрянка строит из нее подводный колокол, заполняемый потом воздухом.

Пауки — очень полезные животные, истребляющие немало вредных насекомых. Яд пауков для человека безопасен, даже если это крупный южный тарантул (до 60 мм). Раньше считалось, что противоядием от его укуса может быть танец до упаду (отсюда и название итальянского танца — тарантелла).

К сожалению, есть исключение — маленький (до 20 мм) каракурт, черный с красными точками на брюшке. Обитает он в пустынях и степях Средней Азии, на Кавказе, в Крыму и по северному берегу Черного моря до Одессы. (Название «каракурт» — от тюркского «черная смерть»; близкий американский вид называется «черная вдова» (рис. 130); у этого вида самка

съедает самца после спаривания.) Укус его вызывает резкую боль, зуд, судороги, рвоту, последствия могут затянуться на **месяц**, в худшем случае смерть наступит через 1—2 дня. Укус его убивает верблюда и лошадей, но **овцы** каракуртов не боятся и спокойно едят вместе с травой. Некоторые тропические пауки, особенно в Южной Америке, также опасны для человека.

На юге (до 47—52° с. ш.) обитают крупные волосатые, быстро бегающие паукообразные, которых называют **фалангами**. Их научное название — **сольпуги**. У **сольпуг** мощные, направленные вперед хелицеры с клешнями, но ядовитых **желез** вообще нет.

Огромный (свыше 10 тыс. видов) отряд клещей — паразиты растений и животных, многие из них питаются грибницей, почвенными водорослями, отмирающими клетками животных и растений. Как и круглые черви, клещи вездесущи. У представителей этого отряда наблюдается тенденция к слиянию головогруды и брюшка в мешковидное тело. Хелицеры и педипальпы у них превращаются в **колюще-сосущий хоботок**.

Немалый вред причиняют зерновые и мучные клещи (амбарные), сырный, винный и луковичный клещи. Пером, волосами и кожей питаются перьевые и волосные клещи. Чесоточные клещи (до 0,3 мм) прогрызают под кожей человека и животных ходы, вызывая острый зуд (чесотку). Другие (например, паутинные, плодовые и др.) — опасные вредители едва ли не всех культурных растений. Водяные клещи вторично ушли в воду и паразитируют на водных животных (некоторые добрались и до моря). Многие клещи —

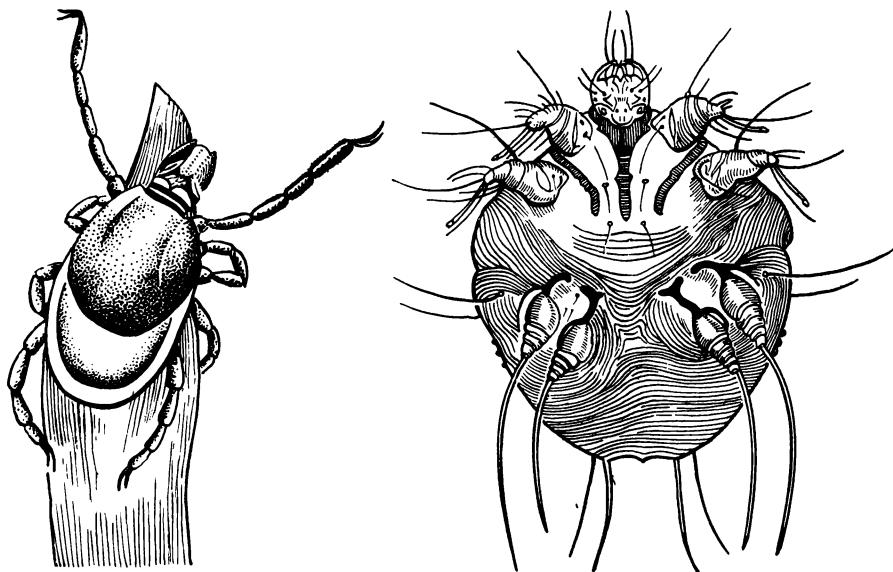


Рис. 131. Клещ таежный, подкарауливающий добычу на кончике травинки (слева) и чесоточный зудень (при сильном увеличении)

кровососы (птичий, куриный, змеиный и другие клещи). Кишечник их, как у пиявки, имеет боковые выросты, и, насосавшись, они увеличиваются от 3—5 до 15—25 мм.

Наиболее опасны клещи — переносчики вирусов, бактерий, простейших и гельминтов. Таков таежный клещ (переносит вирус клещевого энцефалита, рис. 131). Другие передают клещевой сыпной тиф, возвратный тиф, туляремию, геморрагические лихорадки, пироплазмозы, опасного гельминта рогатого скота — мониезию. Пчелиный клещ поставил под угрозу само существование пчеловодства во многих странах мира. Даже микроскопические клещи, обитающие в пыли наших комнат, могут вызывать острую аллергию. Борьба с клещами ведется, увы, с переменным успехом.

ГЛАВА 11. МНОГОНОЖКИ И НАСЕКОМЫЕ

Подтип трахейных. Класс многоножек

Класс насекомых. Отряды низших крылатых насекомых. Отряды высших крылатых насекомых.

ПОДТИП ТРАХЕЙНЫХ

В отдельный подтип типа членистоногих выделяют самую большую группу, в которую входят многоножки и насекомые. Их основной признак отражен в названии. Трахеи, как вы помните, — впячивания поверхности тела, превратившиеся в длинные ветвящиеся трубочки, имеются и у паукообразных. Но там они порой встречаются и с легкими — впяченными внутрь жабрами. У многоножек и насекомых трахейный аппарат достигает совершенства, а жабры (но не такие, как у ракообразных) встречаются лишь у некоторых водных личинок насекомых.

Другой признак подтипа — строение придатков головы. У них никогда не бывает антенн II — только одна пара усиков, соответствующих антенулам раков, и три пары ротовых конечностей. Это — *жвалы* (мандибулы, как у ракообразных) и две пары нижних челюстей — *максилл*.

Класс многоножек

Около 10 тыс. видов многоножек — исключительно наземные животные. Размеры их от 1 мм до почти 30 см; лишь в каменноугольном периоде существовали многоножки размером с корову. Тело многоножек делится на голову и туловище, состоящее из однородных члеников, несущих конечности. Их у нас часто называют сороконожками, что близко к истине (у самых известных видов 21—23 туловищных членика). В англоязычных странах распространено название тысяченожки. Это явное преувеличение: рекорд 75 сегментов туловища. Разнообразие многоножек показано на рисунке 132.

Рассмотрим только две группы представителей — сколопендр и кивсяков.

Сколопендры — хищники, нападающие на насекомых, червей и даже мелких позвоночных. Первая пара ног у них превратилась в ногощелюсти с серповидными когтями и ядовитыми железами. Укус крупных тропических сколопендр опасен и для человека. Наша самая крупная сороконожка, обитающая на юге, достигает 10 см в длину и не так опасна: ее укус, особенно весной, болезнен, вызывает отек и повышение температуры, но потом все быстро проходит. Живут сколопендры под камнями, в щелях строений, на охоту выходят ночью. Самка сколопендры — заботливая мать: она «высиживает» в норке кучку яиц, постоянно облизывая их и удаляя со скорлупы плесень.

Народившиеся «крошки» или уже имеют полный набор сегментов туловища и представляют миниатюрную копию родителей, или же число сегментов увеличивается с каждой линькой.

Большой (8 тыс. видов) подкласс двупарноногих, или кивсяков, примечателен тем, что каждый сегмент их туловища несет две пары ног. Это объясняется тем, что все сегменты кивсяков слиты попарно. Кивсяки растительноядны, больше всего предпочитают гниющие растительные остатки. Перерабатывая их в перегной, они, как и дождевые черви, повышают плодородие почвы. В целом они полезны и безобидны, хотя и не беззащитны. Потревоженный кивсяк свертывается в кольцо, подставляя твердые спинные щитки, и выделяет из ядовитых желез на спине резко пахнущую едкую жидкость. У тропических видов она может содержать синильную кислоту (в старину ею отравляли стрелы); один вид выбрасывает струйки защитной жидкости на 75 см.

Класс насекомых

Насекомые (имеющие «насечки», т. е. с телом, разделенным на сегменты) — самый большой класс животных. Хотя далеко не все виды описаны, полагают, что их не менее 1,5 млн., больше, чем всех других животных.

Подсчитали, что на каждого человека на Земле приходится 250 млч.

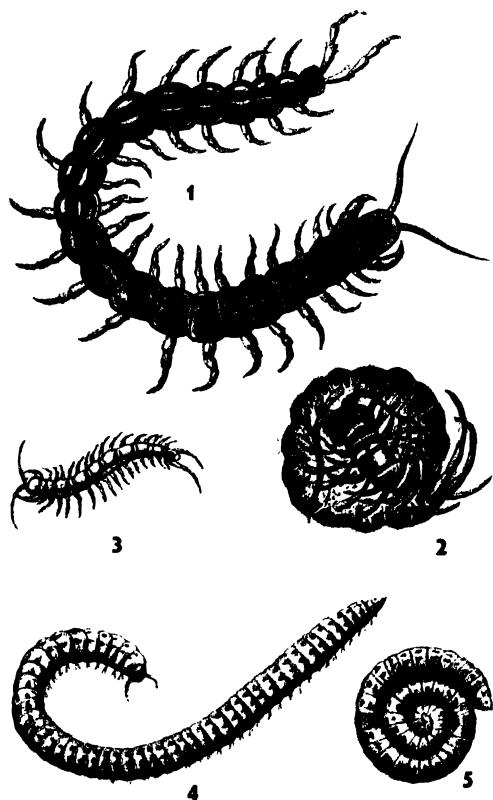


Рис. 132. Многоножки:

1 — гигантская сколопендра;
2 — самка сколопендры, «высиживающая» яйца; 3 — маленькая сколопендра — костьянка; 4 — кивсяк ползущий и в позе защиты

насекомых. Так что Земля — планета насекомых. В море обитают только единичные их представители.

Несмотря на не поддающееся учету разнообразие, все насекомые устроены в общем одинаково. Тело их разделено на голову (четыре сегмента плюс предротовой), грудь (три сегмента, которые так и называются — *переднегрудь*, *среднегрудь* и *заднегрудь*) и брюшко (до 11 сегментов плюс анальная лопасть — *тельсон*). Конечности только на голове и груди, на брюшке редко встречаются их рудименты.

Голова отделена от туловища резким перехватом — *шейкой* и одета общей хитиновой капсулой. В основе строения ротовых придатков один и тот же тип, сохранившийся у многих примитивных насекомых, например у всем известных тараканов (а также многих жуков, кузнечиков и т. д.).

В грызущий ротовой аппарат входят верхняя губа, прикрывающая его спереди, — непарный вырост головной капсулы, мандибулы (жвалы), первые нижние челюсти — максиллы со щупиками и вторые максиллы, срастающиеся в непарный орган — нижнюю губу, состоящую из двух члеников, которым дали звучные латинские названия — *ментум* и *субментум* (подбородок и подподбородок, рис. 133).

У насекомых, которые питаются не только твердой, но и жидкой пищей, вроде нектара цветков, ротовой аппарат лакающий (пчелы, шмели). Максиллы здесь образуют всасывающий хоботок (см. рис. 133, II).

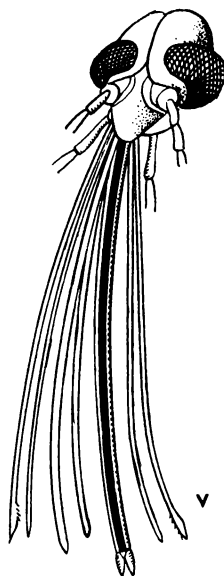
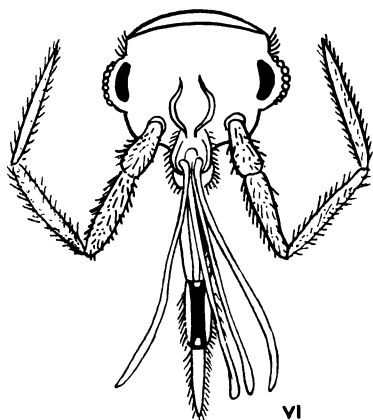
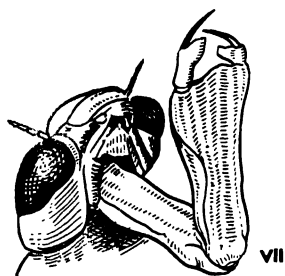
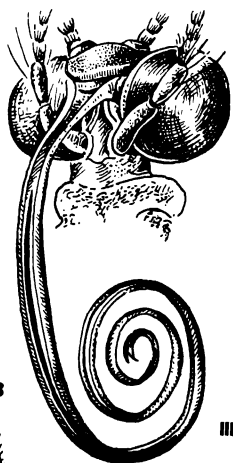
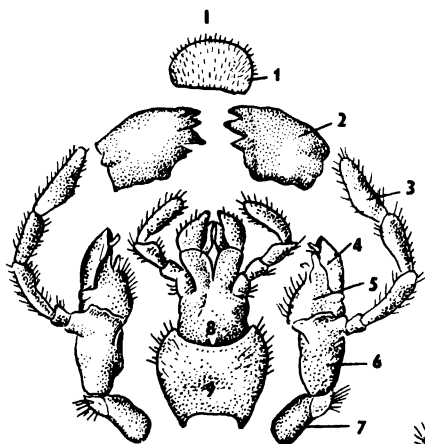
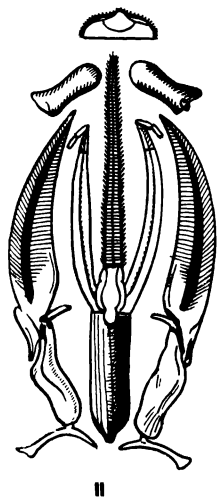
У самок комаров ротовой аппарат колюще-сосущий (см. рис. 133, V). У бабочек хоботок только сосущий, состоящий из нижних челюстей. (У одной индомалайской кровососущей бабочки хоботок может проколоть даже толстую кожу тапира.) У мух ротовой аппарат обычно лижущий, хотя некоторые виды имеют колюще-сосущий хоботок (см. рис. 133, IV).

У личинок стрекоз ментум и субментум подвижно сочленены и образуют «маску» — хватательный орган с острыми крючьями (рис. 133, VII). У личинок жуков-плавунцов саблевидные жвалы имеют каналы, через которые пищеварительный сок впрыскивается в тело жертвы. У многих других насекомых пищеварение наружное, как и у пауков.

На грудных сегментах имеются конечности. Их три пары, поэтому насекомых называют еще шестиногими. В зависимости от образа жизни конечности насекомых могут быть бегательными, как у таракана, прыгательными (кузнечик), копательными (земляной сверчок-медведка) или плавательными, усаженными гребными волосками. На двух последних члениках груди расположены крылья.

Рис. 133. Разные типы ротового аппарата насекомых:

1 — исходный древний тип — грызущий: 1 — верхняя губа; 2 — жвалы (мандибулы); 3 — щупики нижней челюсти; 4, 5 — наружные и внутренние лопасти нижней челюсти; 6 — ствол нижней челюсти; 7 — основной членик; 8 — подподбородок; 9 — подбородок нижней губы; II — грызуще-лижущий (лакающий) аппарат, хоботок образован наружной лопастью нижних челюстей и нижней губы; III — у бабочек хоботок складывается только сильно вытянутыми нижними челюстями; IV — у мухи хоботок сложен только нижней губой, на его конце сосательные лопасти с мелкими порами для всасывания жидкой пищи; V — хоботок комара складывается верхними и нижними челюстями и верхней губой, нижняя губа удерживает части и направляет их движение; VI — у клопа хоботок из верхних и нижних челюстей в желобе из нижней губы; VII — у личинки стрекозы подбородок и подподбородок образуют «маску» — эффективный хватательный орган



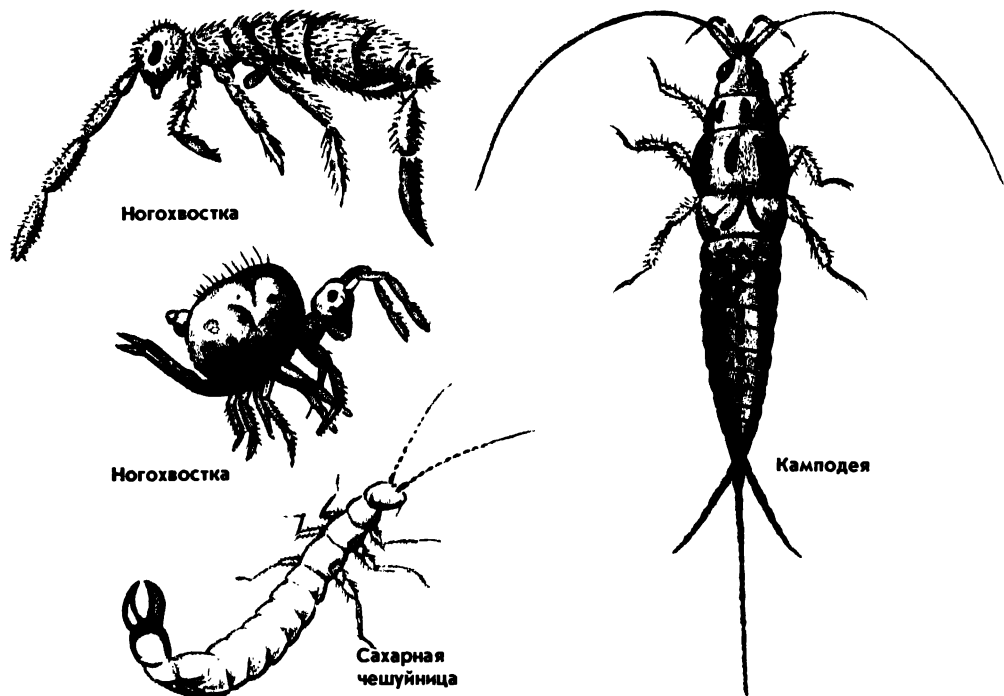


Рис. 134. Первичнобескрылые насекомые

Развились крылья из складок стенки тела: каждое крыло, строго говоря, это сплюснутый мешок, поддерживаемый жилками — трубчатыми утолщениями, придающими крылу жесткость. У крупных бабочек частота ударов крыла 5—10 в секунду, у самых мелких комаров до 1000. Некоторые бабочки в полете достигают скорость в 15 м/с и могут совершать, как птицы, сезонные перелеты на сотни километров (североамериканская бабочка-монарх).

У более примитивных насекомых крылья примерно одинаковы по форме и величине (стрекозы) и имеют богатое жилкование со многими поперечными жилками. У них же крылья часто не складываются. У более высокоорганизованных крылья складываются на спине, нередко передняя пара частично (как у клопов) или полностью (как у жуков) превращается в жесткие защитные надкрылья, скрывающие вторую пару — летательную. Перепончатокрылые (пчелы, осы) имеют четыре крыла, но переднее и заднее крылья в полете сцепляются (биплан превращается в двукрылый моноплан). Наконец, у комаров и мух задние крылья превращаются в маленькие придатки — *жужжальца* (*галтеры*), выполняющие роль самолетных элеронов. Муха с отрезанными жужжальцами кувыркается в полете.

До наших дней дожили некоторые первичнобескрылые насекомые, у которых крыльев никогда не было (рис. 134). Но почти в каждом отряде крылатых насекомых имеются представители, потерявшие их вторично.

Особенно часто это случается с видами, ведущими паразитический или полупаразитический образ жизни. Таковы постельные клопы, вши, блохи.

Считается, что крылья насекомых развились из неподвижных выростов грудных сегментов. Они были у предков крылатых насекомых. У гигантских древних стрекоз, достигавших 90 см в размахе крыльев, такие выросты переднегруди еще имелись. Но двух пар крыльев оказалось достаточно для хорошего полета, и «шестикрылые серафимы» не появились.

Брюшной отдел насекомых конечностей не несет. Лишь иногда видоизмененные остатки брюшных ножек выполняют функцию органов чувств, служат при оплодотворении или же становятся яйцекладом или жалом.

Все тело насекомых поверх пропитанной хитином *гиподермы* («подкожи») покрыто прочной, не пропускающей пары воды кутикулой. Поэтому они могут жить и в безводных пустынях, а иные никогда не пьют.

Полость тела обычно заполнена рыхлой тканью — *жировым телом* (это та беловатая масса, которая выступает из раздавленного таракана). Жировое тело — запасник питательных веществ, в первую очередь жиров (поэтому иные насекомые могут голодать по году). А вот у медоносной пчелы жировое тело не развивается — пищу пчелы накапливают в сотах.

Пищеварительная система насекомых в норме состоит из глотки, пищевода со слюнными железами и передней, средней и задней кишок. В начале средней кишки часто имеются выросты — *пилорические придатки*, увеличивающие всасывательную поверхность кишечника. Пища насекомых разнообразна, похоже, что они могут потреблять любую органику, например шерсть (платяные моли), воск (пчелиная, восковая моль) и т. д. Именно эта приспособляемость и сделала многие виды опасными вредителями.

Как и у ракообразных, кровеносная система насекомых незамкнута. В брюшке над кишечником расположено длинное трубковидное сердце (рис. 135). Крыловидные мышцы, расширяя его, накачивают гемолимфу из плоскости тела через отверстия — *остии* и гонят ее вперед по аорте, по которой она достигает головы и там снова изливается в полость тела.

Слабое развитие кровеносной системы объясняется тем, что дыхательной функции она практически не несет. У насекомых сильно развита трахейная система (см. рис. 135). От дыхательных отверстий — *дыхалец* на боках средне- и заднегруди и брюшных сегментов отходят трахейные стволы, потом многократно разветвляющиеся и подходящие ко всем уголкам тела. Трахеи выстланы кутикулой, образующей спиральное утолщение. Они выглядят гофрированными, как дыхательная трубка противогаза старой конструкции, и потому не пережимаются при сокращении мышц. Трахейная система отлично вентилирует организм, если он не очень велик. Ведь насоса вроде наших легких у насекомых нет. Поэтому они редко достигают больших размеров. (Самый массивный жук — геркулес — до 12 см, а самое длинное насекомое — палочник — до 26 см. Таких же размеров в размахе крыльев достигают некоторые бабочки.) Мелкие насекомые имеют малую массу тела, которая легко вентилируется через трахеи.

У многих личинок насекомых, живущих в воде, трахейная система замкнута: дыхальца их закрыты, а сеть трахей продолжается в листовидные жабры. Газообмен ведется с водой.

Выделительная система насекомых очень своеобразна. В первую очередь это *мальпигиевы сосуды* (см. рис. 135) — длинные трубочки, впадающие

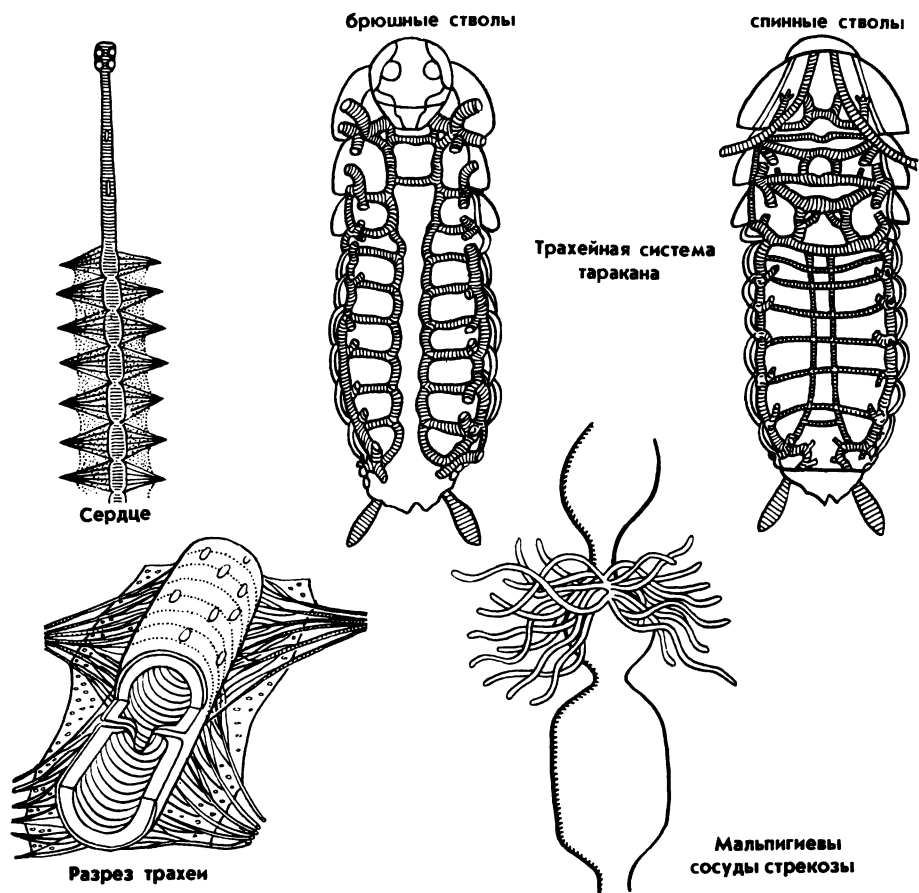


Рис. 135. Внутреннее строение насекомых

в начало задней кишки. В них из гемолимфы собираются продукты обмена, в основном мочевая кислота. Выделения насекомых очень концентрированные, воды они на это практически не расходуют. Часть кристаллов мочевой кислоты накапливается в клетках жирового тела; некоторые из них способны захватывать, как фагоциты, инородные и лишние частицы.

Нервная система насекомых — та же брюшная нервная цепочка, но очень хорошо развитая. На базе окологлоточного нервного кольца развивается головной мозг; грудные пары ганглиев, управляющие ногами и крыльями, сильно развиты, иногда сливаются (рис. 136). Хорошо развиты и органы чувств: обычные сложные фасеточные глаза (до 28 тыс. фасеток в каждом). Насекомые видят зелено-желтые, синие и ультрафиолетовые лучи, красный цветок мака пчеле кажется черным. Многие насекомые хорошо слышат, в том числе и ультразвук. Великолепно развиты вкус и обоня-

ние; самцы бабочки-артемиды прилетают на запах самки за 11 км.

За немногими исключениями, насекомые раздельнополы. Оплодотворение у низших форм наружно-внутреннее, когда самка подхватывает выделяемый самцом пакет с семенем (*сперматофор*) и вводит его в половое отверстие на конце брюшка. У высших форм оплодотворение внутреннее. Яйца у насекомых обычно с плотной скорлупой. У некоторых мух они развиваются в яйцеводах.

Различают два типа развития насекомых — с *неполным* и *полным* превращением (метаморфозом). При неполном превращении из яйца выходит личинка (*нимфа*), сходная со взрослым насекомым (*имаго*), за исключением того, что крылья у нее зачаточные. После ряда линек (от 4 до 30) она становится половозрелой (рис. 137). Неполный метаморфоз характерен для низших форм, таких, как тараканы, прямокрылые, клопы.

Но у высших форм, как правило, условия существования личинки и имаго могут различаться. Так, личинка мухи-крыски (пчеловидки) обитает в гниющем иле, а взрослая муха, по окраске схожая с пчелой, питается нектаром цветков. У таких насекомых личинка и имаго резко различаются. Возникает особая стадия покоя — куколка, под покровами которой личиночные органы растворяются, а взрослые развиваются заново из особых скоплений клеток — имажинальных дисков. Управляют метаморфозом особые вещества — гормоны, выделяемые головным мозгом. Полный метаморфоз характерен для жесткокрылых (жуков), чешуекрылых (бабочек), двукрылых, перепончатокрылых.

Вредны или полезны насекомые? Этот вопрос, можно сказать, бессмысленный. Это все равно, как если бы мы спорили, вредно или полезно земное тяготение: конечно, оно мешает нам передвигать тяжести и летать, но не будь его — с поверхности Земли улетучилась бы вся атмосфера... Приносящих прямую пользу насекомых мало, например медоносная пчела, тутовый шелкопряд. С одной стороны, многие из них — опасные вредители сельского хозяйства (саранча, колорадский жук и т. д.), другие — переносчики опасных болезней (комары, мухи, клопы, вши, блохи). С другой

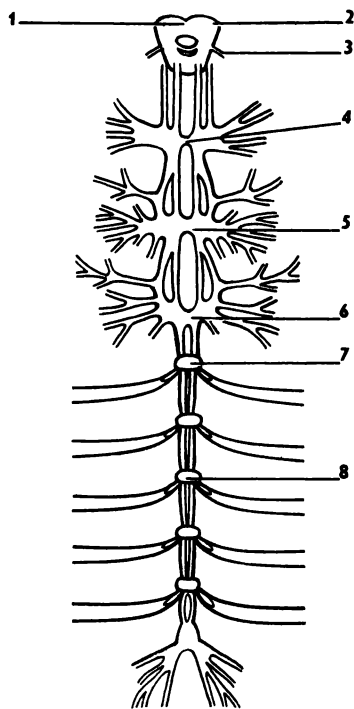


Рис. 136. Нервная система насекомого:
1 — головной «мозг» (окологлоточное нервное кольцо); 2 — зрительные доли мозга; 3 — нерв и антенны; 4, 5, 6 — ганглии сегментов; 7, 8 — ганглии брюшных сегментов

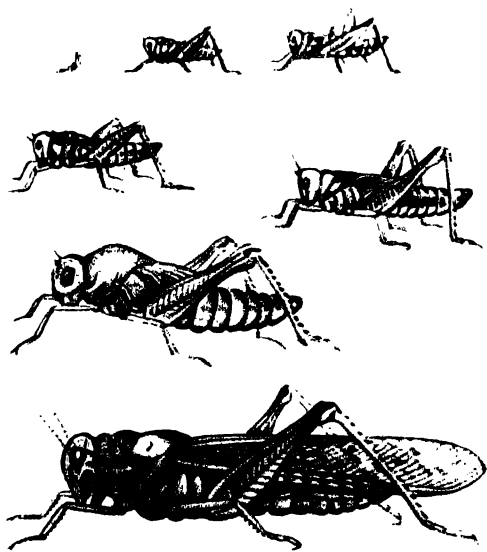


Рис. 137. Неполный метаморфоз: развитие перелетной саранчи

влажных местах и особой роли в природе не играют. Некоторые, например ногохвостки, имеют на конце брюшка прыгательную вилку (видоизмененные конечности), с помощью которой могут бойко прыгать по почве, поверхности воды в стоячих водоемах и весной по талому снегу.

Представители других отрядов имеют крылья (или утратили их вторично). Крыльев этих две пары одинакового строения, обычно с мелкоячеистой сетью жилок. Иногда первая пара превращается в кожистые надкрылья. Превращение всегда неполное: многократно линяющая нимфа в общем похожа на имаго, стадии куколки нет. Представители отряда таракановых — очень древняя группа, они процветали в лесах каменноугольного периода. 2500 современных видов обитают главным образом в лесах тропической зоны, реже в степях и пустынях, под камнями, лесной подстилкой, в щелях и трещинах коры. До европейской тундры доходит только один вид — лапландский таракан. Крылья у них часто редуцируются, передняя пара превращена в кожистые надкрылья. Ротовой аппарат у них примитивный, грызущего типа. Тараканы всеядны. Растут они медленно: обитающий в наших домах рыжий таракан (прусак) при 22°C достигает зрелости за 172 дня, а черный за 4 года. Обычно тараканы откладывают яйца в особые капсулы — *оотеки*, предохраняющие их от высыхания. Живущие в наших домах тараканы не только загрязняют пищу, но и разносят всевозможных бактерий, например возбудителя дизентерии и яйца глистов.

Ближний отряд богомоллов состоит из 2 тыс. видов обычно довольно крупных насекомых, в подавляющем большинстве южных. Они обычны на юге: в Крыму, Закавказье, Средней Азии. Это хищные насекомые. Бедро

стороны, вспомните: все разнообразие цветов создано растениями для насекомых-опылителей, есть и насекомые, уничтожающие других насекомых-вредителей. Наконец, несметное множество других животных, от пресноводных рыб до соловья, питается полностью или частично насекомыми. Поэтому такой вопрос просто не имеет однозначного ответа.

Разные авторы насчитывают от 30 до 40 отрядов насекомых, различаемых главным образом по строению ротового аппарата и крыльев. Рассмотрим только самые интересные и важные из них.

ОТРЯДЫ НИЗШИХ КРЫЛАТЫХ НАСЕКОМЫХ

К этим отрядам относятся первичнобескрылые — никогда не имевшие крыльев насекомые (см. рис. 134). Они обычно мелкие, обитают в грунте, лесной подстилке, вообще во

и голень передней пары ног у них снабжены острыми шипами и образуют мощный хватательный аппарат. Богомолы-засадчики обычно сидят на ветвях, неподвижно застыв в «молитвенной» позе (отсюда и название), чтобы мгновенно защемять в свои капканы неосторожное насекомое. Как у тараканов, яйца их собраны в оотеку под защитой пористой желтоватой массы, похожей на пенопласт.

Еще один близкий к тараканам отряд — термиты. Их называют «белые муравьи» — не по родству, а по сходству образа жизни. Это общественные насекомые. Около 2500 видов термитов живут колониями, термитниками.

Половозрелые самки и самцы вылетают из колонии (обычно по весне, после дождя) на двух парах одинаковых крыльев. Встретившись, самец и самка отгрызают друг другу крылья и роют норку. Самка откладывает яйца, из которых выходят бескрылые особи — сначала рабочие, а у некоторых видов еще и солдаты с мощными челюстями — защитники колонии. Самка (царица, матка) живет несколько лет и откладывает миллионы яиц, порой брюшко ее чудовищно разрастается.

Тропические термиты возводят из глины, склеенной слюной, огромные термитники, в тени которых может отдыхать слон. Термиты в Средней Азии, на Кавказе, в Молдове не очень заметны, их дома подземные.

Основная пища термитов — древесина. Живущие в их кишечниках симбиотические одноклеточные — жгутиковые и бактерии переваривают целлюлозу, а термит питается «квартирантами». Поэтому они опаснейшие вредители, поедающие деревянные строения (а также мебель, книги, утварь и т. д.). В одной Индии убыток от термитов составляет каждый год сотни миллионов рупий.

Даже наши неприметные термиты опасны. При сильном землетрясении в Ашхабаде крыши и перекрытия многих зданий обрушились, потому что потолочные балки были изъедены термитами. Борьба с ними трудна и сводится главным образом к пропитке древесины противотермитными составами.

Представителей отряда прямокрылых насчитывается свыше 20 тыс. видов (рис. 138). Это кузнечики, саранчовые, сверчки. У них грызущий ротовой аппарат, передние крылья превращены в надкрылья, а задние ноги прыгательного типа. Многие из них способны издавать громкие звуки (стрекотание), потирая одно надкрылье о другое.

Кузнечиков часто путают с одиночными саранчовыми — кобылками, но у саранчовых короткие усики (у кузнечиков они длиннее тела). Ряд видов саранчовых — опаснейшие вредители сельского хозяйства (перелетная саранча).

Б. П. Уваров еще в 20-х годах подметил, что безобидные одиночные кобылки, если их поселить в садках скученно, от одного вида собратьев превращаются в стадную, мигрирующую саранчу. Впоследствии был открыт механизм этого явления. Соседние личинки раздражают органы зрения, обоняния и осязания. Это сигнал: нас слишком много, корма не хватит, надо улетать. Тогда из парных желез, лежащих позади мозга, выбрасывается в гемолимфу большое количество активного вещества — гормона, и личинка линяет, образуя перелетную форму.

Саранча сбивается в огромные стаи и улетает за сотни, а то и тысячи километров, обрушиваясь на поля, луга, сады и виноградники.

Наиболее опасна азиатская саранча, гнездящаяся обычно в плавнях низовьев Дона, Волги, Урала, Терека и среднеазиатских рек и озер. Там она питается тростником, а улетая на сотни километров, истребляет всю расти-

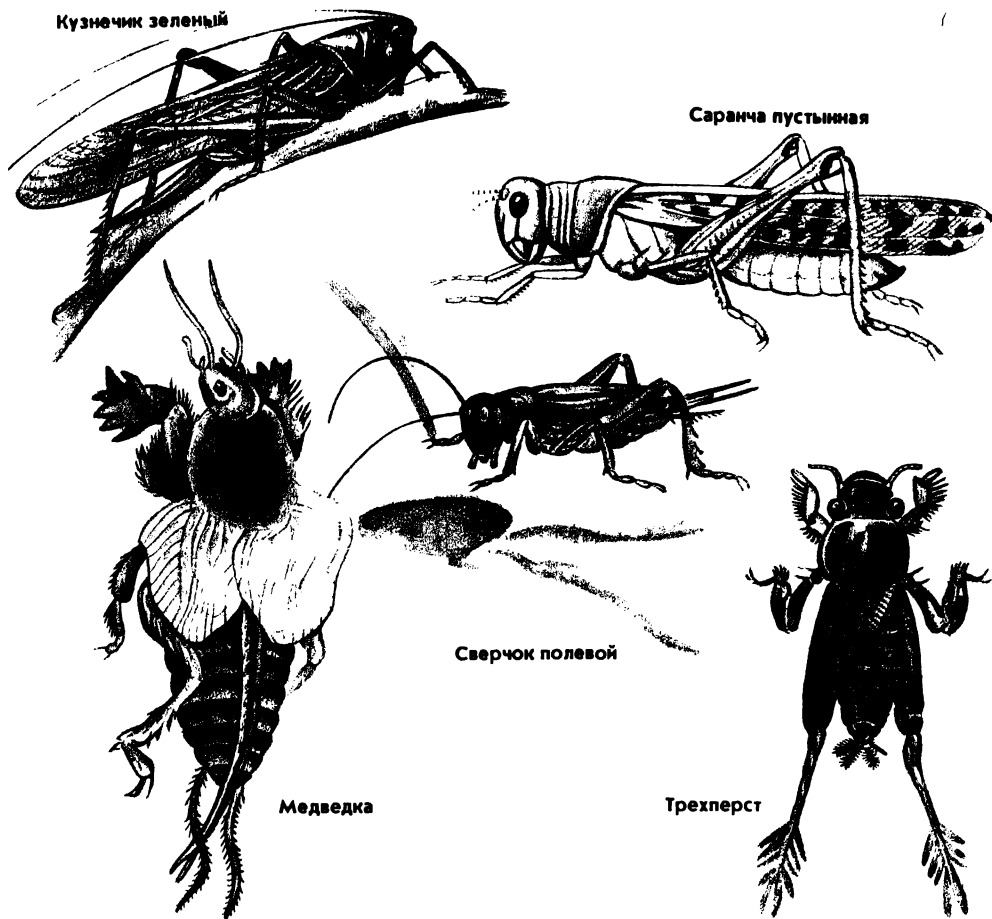


Рис. 138. Прямокрылые

тельность. Почти столь же опасна марокканская саранча. Вредят также несколько видов пуссов. Из Ирана и Афганистана к нам залетает пустынная саранча-схистоцерка. Уроны от саранчовых не миллионные, а миллиардные. В ООН создан центр по борьбе с ними.

Прочие прямокрылые далеко не столь вредны, исключая, может быть, земляного сверчка-медведку (см. рис. 138). Этот крупный, до 5 см, роющий подземные ходы сверчок может серьезно вредить на полях и огородах, подгрызая корни растений.

У ряда отрядов насекомых с неполным превращением личинки живут в воде. Таковы веснянки (2 тыс. видов). У их личинок развиваются трахейные жабры — пучки нитевидных выростов на брюшке, пронизанных трахеями. Личинки у них хищники, взрослые насекомые живут недолго, летают мало (их можно поймать на прибрежной траве). Более известен отряд поленок

(1500 видов). Взрослые их особи, вылетая порой в массе, живут недолго, от нескольких часов до нескольких дней, а личинки в ручьях — 2—3 года. Это тоже весьма древние насекомые. Личинки и имаго, падающие в воду, — отличный корм для многих рыб.

Еще более приметны стрекозы (3 тыс. видов). Это прекрасные летуны и прожорливые хищники, поедающие комаров и прочих насекомых. Столь же прожорливы и личинки; нижняя губа их образует хватательную «маску» (см. рис. 133). Различают равнокрылых стрекоз, из которых у нас обычна «красотка-девушка». Самцы этого вида с темно-синими крыльями, самки — с дымчато-желтыми, все лето они порхают над мелкими водоемами. Личинки равнокрылых стрекоз имеют трахейные листовидные жабры на конце брюшка.

Неравнокрылые стрекозы (коромысла, бабки) обычно более крупные и массивные. Они могут летать на сотни и тысячи километров, встречаясь даже на отдаленных коралловых островах. Их личинки лишены жабр и дышат, набирая воду в заднюю кишку, стенки которой пронизаны сетью трахей. Резко сокращая кишку, личинка выбрасывает струю воды и «летит» в воде по реактивному принципу. Поедая только что выклюнувшихся из икры рыбьих мальков, они причиняют некоторый вред, но и сами служат кормом для крупных рыб.

В отряд равнокрылых хоботных выделяют насекомых с неполным превращением, двумя парами одинаковых крыльев и сосущим ротовым аппаратом, состоящим из хоботка, образованного нижней и верхней губой, в котором расположены верхние и нижние челюсти, превратившиеся в колющие щетинки. Они выполняют роль иглы и поршня шприца одновременно.

Равнокрылые питаются соками растений. На юге обычны довольно крупные (до 6,5 см) певчие цикады, громогласно стрекочущие в жаркие летние дни. Их подземные личинки (нимфы) развиваются в земле, высасывая корни растений. Метаморфоз длится долго, до 17 лет.

Дальше на север идут мелкие (5—10 мм) пенницы, личинки которых сидят на стеблях и листьях под защитой пенистых выделений («кукушкины слюнки»), горбатки и цикадки, порой вредящие растениям, крошечные листоблошки (до 3 мм) и белокрылки (рис. 139). Но наиболее известны тли — мелкие и нежные насекомые, сидящие на надземных частях растений большими скоплениями.

У тлей сложный цикл развития. Из перезимовавших яиц выходят самки-основательницы, которые поселяются на растениях и образуют колонии бескрылых особей, размножающихся без оплодотворения (они откладывают гаплоидные яйца или рожают живых личинок). Лишь к осени появляются снова крылатые особи, самцы и самки, дающие яйца, которые могут переносить зиму. Вы встречали такое явление у коловраток и дафний.

Из тлей наиболее опасны кровяная тля, завезенная из Америки, яблоневая зеленая тля, свекловичная, злаковая и корневая тли и особенно американская виноградная филлоксера. Высасывая корни винограда, виноградная филлоксера может погубить виноградники целых стран. Борьба с ней трудна, лучшее средство — строжайший карантин.

20 тыс. видов тлей кормятся практически всеми наземными растениями. Наши помощники в борьбе с ними — божьи коровки и их личинки и мелкие перепончатокрылые наездники.

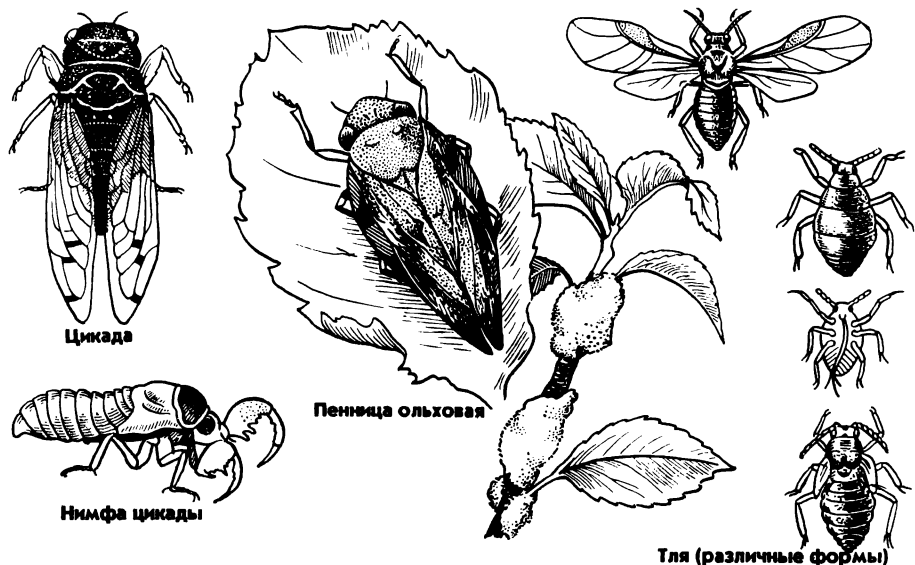


Рис. 139. Сосущие насекомые — равнокрылые, хоботные:
справа — кровяная тля; *сверху вниз* — крылатая особь, личинки разных стадий, а также колония тлей на ветке яблони (под защитой восковидных выделений)

ки, а противники — муравьи. Тли выделяют капли сахаристого сока, который муравьи а потому тлей защищают и даже разводят.

Не меньший урон, особенно цитрусовым, на юге наносят червецы и щитовки, сидящие на растениях под защитой подушечки из восковидных выделений. Но есть и полезные: лаковые червецы выделяют восковидный шеллак, применяемый в электротехнике, а кошениль дает красивый ярко-красный краситель — кармин.

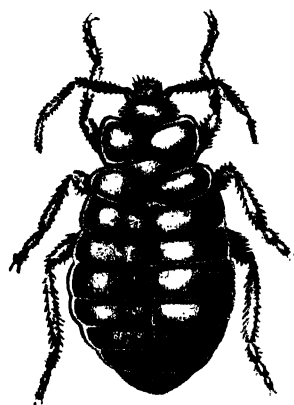
Бликий отряд полужесткокрылых, или клопов (рис. 140), отличается от равнокрылых хоботных строением передних крыльев: у них они наполовину жесткие (крылья и надкрылья одновременно). 30 тыс. видов клопов населяют всю Землю. Одни из них сосут соки растений, некоторые стали опасными вредителями сельского хозяйства (клоп-черепашка, крестоцветные клопы). Другие — хищники, высасывающие насекомых, многие стали паразитами-кровососами животных, например всем известный постельный клоп.

Клопы этого семейства — паразиты ласточек, стрижей, летучих мышей. Наши предки, переселяясь из пещер в первые хижины, прихватили с собой этого бескрылого паразита. С человеком он расселился по всей планете.

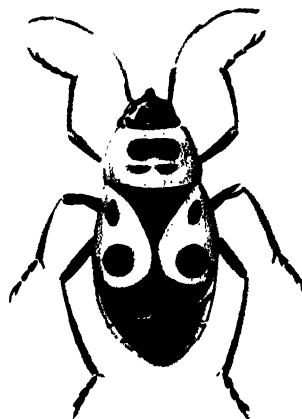
Некоторые виды клопов ушли в воду: таковы клопы-гребляки, гладыши. Клопы-водомерки, вытянутые, на длинных ногах, бегают по поверхности воды в стоячих водоемах. Один из видов водомерок «зашагал по морю аки посуху»

и сейчас встречается в океанах за тысячи километров от берега. Это единственное по-настоящему морское насекомое. Переходя к паразитическому существованию, насекомые из самых разных отрядов теряют крылья. Их потеряли и представители двух близких отрядов — пухоедов (власоедов) и вшей. Власоеды (см. рис. 140), ошибочно называемые порой «куриными вшами», паразитируют на птицах (чаще на птенцах в гнездах) и млекопитающих. Они грызут перья и волосы. Стремясь избавиться от паразитов, птицы порой садятся на муравейники, а то и натирают перья муравьями, захваченными клювом. Эта операция получила название *энтинг*.

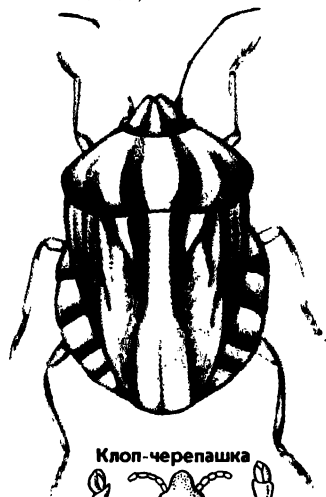
У близкого отряда — вшей ротовой аппарат стал уже колюще-сосущим, они питаются кровью хозяина. На человеке паразитируют два вида вшей: человеческая (в двух формах — головная и платяная) и площица, или лобковая



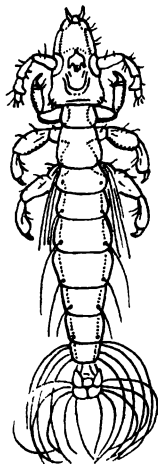
Клоп постельный



Клоп-солдатик



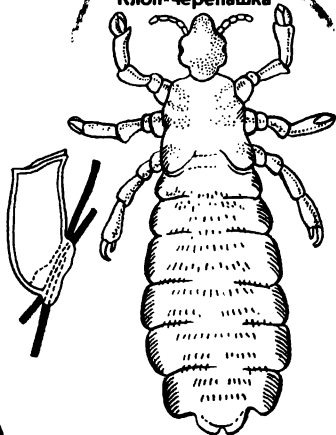
Клоп-черепашка



Пухоед голубиный



Перо, поврежденное пухоедом



Головная вошь и ее яйцо (гнида)

Рис. 140. Полужесткокрылые (клопы, пухоеды и вши)

вошь, живущая на лобке, под мышками, в бороде (два близких вида у гориллы и шимпанзе). Яйца (гниды) вши приклеивают к волосам. Цикл развития вши 16 дней, самка откладывает до 300 яиц. Эти паразиты к тому же переносчики опасных болезней — сыпного, возвратного тифа и ряда других. В первую мировую и гражданскую войны от «сыпняка» люди гибли чаще, чем от пуль. Меры борьбы со вшами известны — неукоснительное соблюдение личной гигиены.

ОТРЯДЫ ВЫСШИХ КРЫЛАТЫХ НАСЕКОМЫХ

У представителей этой группы отрядов возникает новая стадия метаморфоза — *покоящаяся куколка*. Взрослая личинка заползает в укромное место и после линьки превращается в куколку, порой защищенную дополнительно коконом, который личинка перед закукливанием тклет вокруг себя из шелковистых нитей, выделяемых особыми железами.

На стадии куколки происходит *гистолиз* — самопереваривание всех личиночных тканей и органов, за исключением скоплений клеток *имагинальных дисков*, из которых развивается взрослая стадия — *имаго* (образ).

Самые примитивные из высших насекомых — сетчатокрылые и близкие к ним отряды. Летом на свет в наших широтах часто летят нежные светло-зеленые насекомые с двумя парами мелкосетчатых блестящих крыльев и золотистыми глазами. Это златоглазки. Личинки их — хищники, питающиеся в основном тлями, реже другими насекомыми и клещами, сидящими на листьях.

Известен также муравьиный лев: имаго его похоже на вялую стрекозу с длинными усиками, а личинки строят конусообразные ловушки в сыпучем песке, улавливая в них муравьев и других мелких насекомых. Сетчатокрылых свыше 5 тыс. видов: большая часть их обитает в тропиках. У нас встречаются представители близких отрядов скорпионницы, или скорпионовы мухи (у самца на последнем сегменте брюшка совокупительный аппарат, похожий на жало скорпиона), верблюдки (у них куколки могут бегать), вислоскрылки (у них личинки водные и имеют перистые брюшные жабры). Все это остатки древних, некогда широко распространенных отрядов.

ОТРЯД ЖЕСТКОКРЫЛЫХ, ИЛИ ЖУКОВ

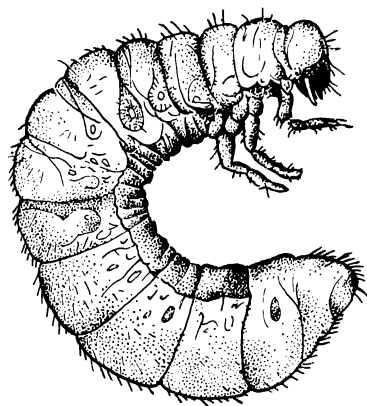
Описано 300 тыс. видов жуков, и тысячи новых описываются каждый год. Самый характерный признак жуков отражен в названии — жесткокрылые. Передняя пара крыльев, обычно жестких и прочных, в сложном состоянии закрывает не только перепончатые вторые крылья, но и верхнюю часть брюшка. Надкрылья у жуков сохраняются, даже если потеряны сами крылья.

У всех жуков ротовые части грызущего типа. Личинки бывают двух типов: более примитивные *камподеоидные* (названы так по сходству с бескрылым насекомым камподеей) — уплощенные, подвижные, с длинными ногами и хвостовыми придатками — *церками*, и *эруковидные* — малоподвижные, толстые, иногда изогнутые (рис. 141). У личинок, живущих в воде, могут быть пронизанные трахеями выросты — жабры и колющие жвалы, через которые в жертву впрыскивается пищеварительный сок и затем всасывается переваренная пища, как у личинок сетчатокрылых.

Различают два подотряда жуков: *плотоядных* (т. е. хищных) и *разноядных*. В первом подотряде хищников больше и личинки камподеоидные.

Из плотоядных хорошо известны жужелицы (рис. 142) — мелкие, сред-

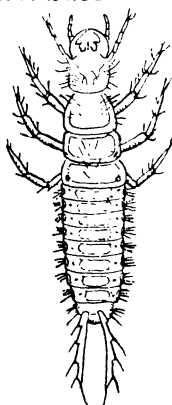
ЛИЧИНКИ ЖУКОВ



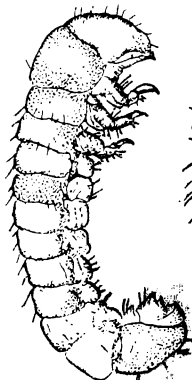
жука-олени



огневки



жужжелицы



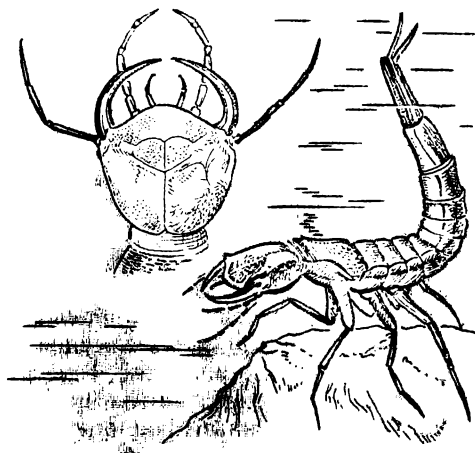
пилильщика



чернотелки

Рис. 141. Личинки жуков:

вверху — кампоеидные и эруквидные личинки; *внизу* — личинка жука-плавунца, подстерегающая добычу; *слева* — ее голова (сильно увеличено)



ние и крупные (до 80 мм) хищные жуки, питающиеся в основном другими насекомыми, а также слизнями и червями. Многие из них полезны, растительных злаков).

Другие плотоядные жуки ушли в воду. Таковы плавунцы, чьи хищные личинки образно называются «саблезубыми тиграми мира насекомых». Они и взрослые жуки нападают и на мальков рыб. Все вы на поверхности спокойной воды прудов и заводей, наверное, видели мелких черных жуков — вертячек, описывающих в поисках пищи круги и причудливые вентеля.

У вертячек глаза поделены на две половины. Верхние фасетки настроены на коэффициент преломления воздуха, а нижние — воды. Поэтому хищнику трудно к вертячке подобраться и сверху и снизу.

Подотряд разноядных жуков включает большое число семейств, представители которых питаются самой разнообразной пищей. Одни из них хищники и трупоеды: жуки-могильщики, мертвоеды, стафилины с как бы обрубленными надкрыльями, не прикрывающими брюшка. Другие перешли на питание растениями и даже древесиной. Иные паразитируют на личинках других насекомых.

Представителей огромной группы пластинчатых жуков узнать можно сразу: 3—6-концевые членики их усиков листовидно сплющены. Обычно они сложены, но жук их может раскрывать, как листы книги. На этих члениках — органы обоняния жука: раскрывая их, он «принюхивается». В эту группу входят семейства рогачей (жуков-оленей), личинки которых живут в гнилой древесине, навозников, зарывающих яйца в навоз как прокорм для будущих личинок. (Один из видов навозников — священный скарабей обожествлялся в Древнем Египте: навозный шар, который он катит к месту, удобному для рытья норки, считался воплощением солнца, движущегося по небесному своду.) Опасные вредители, личинки которых подгрызают корни деревьев и сельскохозяйственных культур, — хрущи (майский жук, жуки-кузьки; см. рис. 142). В середине лета в цветах роз можно встретить красивых, с металлическим отливом бронзовок. Это все — пластинчатые.

У семейства мягкотелок покровы тела мягкие (их никто не ест, потому что у них ядовитая гемолимфа). Близкое семейство светляков хорошо известно способностью ярко светиться в темноте (рис. 143).

Светящиеся органы светляков расположены на конце брюшка и состоят из фотогенных клеток, снабженных отражателями — рефлекторами из кристаллов мочевой кислоты. В них химическая энергия АТФ превращается в свет с огромной эффективностью (КПД 98%). Частота вспышек регулируется нервной системой, она различная у разных видов. По свечению разнополые особи находят друг друга (самки часто бескрылы).

Если взять за конец брюшка жука-шелкуна из одноименного семейства, он начинает шелкать отростком переднегруди, а положенный на спину, он щелчком подпрыгивает и переворачивается на ноги. Жесткие, похожие на куски провода личинки шелкунов («проволочники») — часто опасные вредители культурных растений (см. рис. 143). Огненный шелкун тропических лесов Америки светится так ярко, что 2—3 жука, посаженных в банку, могут заменить карманный фонарик.

Всем известны яркие божьи коровки. У них окраска предостерегающая, так как гемолимфа их ядовита. Сами коровки и их хищные личинки — наши друзья, уничтожающие массу тлей, паутинных клещиков и прочих вредителей. Но растительноядные коровки — бахчевая и картофельная вредят на бахчах Средней Азии и картофельных полях Дальнего Востока.

Семейства маек, или нарывниковых, также имеют ядовитую, жгучую на вкус гемолимфу. Их личинки паразитируют в гнездах пчел и в кубышках саранчовых. Первая стадия личинки подвижная, кампоеидная, и, лишь добравшись до яиц хозяина, она линяет и превращается в эруквидную.

Огромное (25 тыс. видов) семейство листоедов питается листьями разнообразнейших растений. Личинки осинового, тополевого и ольхового листоедов порой оставляют от листьев соответствующих растений только скелетные жилки. Но самый опасный из листоедов — колорадский жук (см. рис. 143). У себя на родине, в штате Колорадо, он мирно жил на диких пасле-

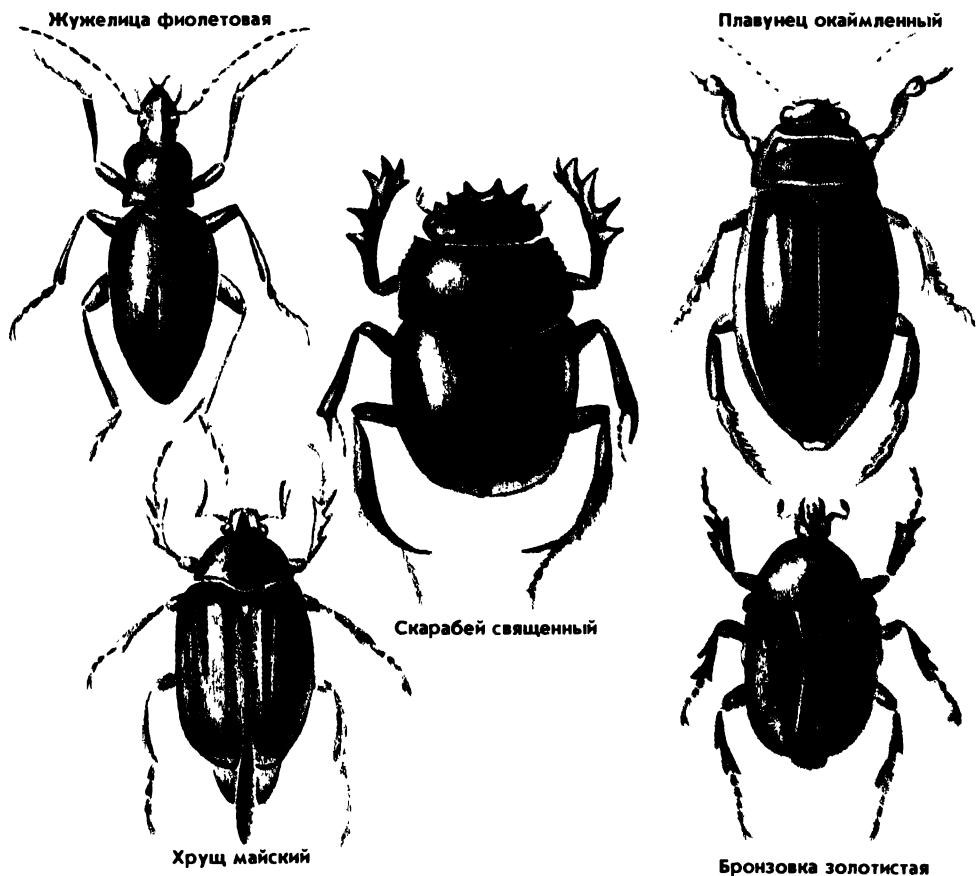


Рис. 142. Хищные и разноядные жуки

новых, но, когда там стали сажать картофель, атаковал его, после чего расселился по всему свету. За лето развивается 2—3 поколения вредителя; во втором поколении потомство одной самки составляет 250 тыс. и уничтожает больше тонны картофельной ботвы. Борьба с колорадским жуком очень трудна, тем более что в Европе у него нет естественных врагов. Отличить его от других насекомых легко по десяти полоскам на оранжевых надкрыльях; яйца и старшие личинки оранжево-морковного цвета, так как накапливают каротин из съеденных листьев.

Серьезными сельскохозяйственными вредителями считаются также крошечные листоеды — крестоцветные и свекловичные блошки.

Среди 40 тыс. видов мелких жучков — долгоносиков, или слоников, с вытянутой в трубку головой также немало вредителей (клубеньковые, клеверные, свекловичные долгоносики, яблоневый цветоед, амбарные долгоносики и многие другие).

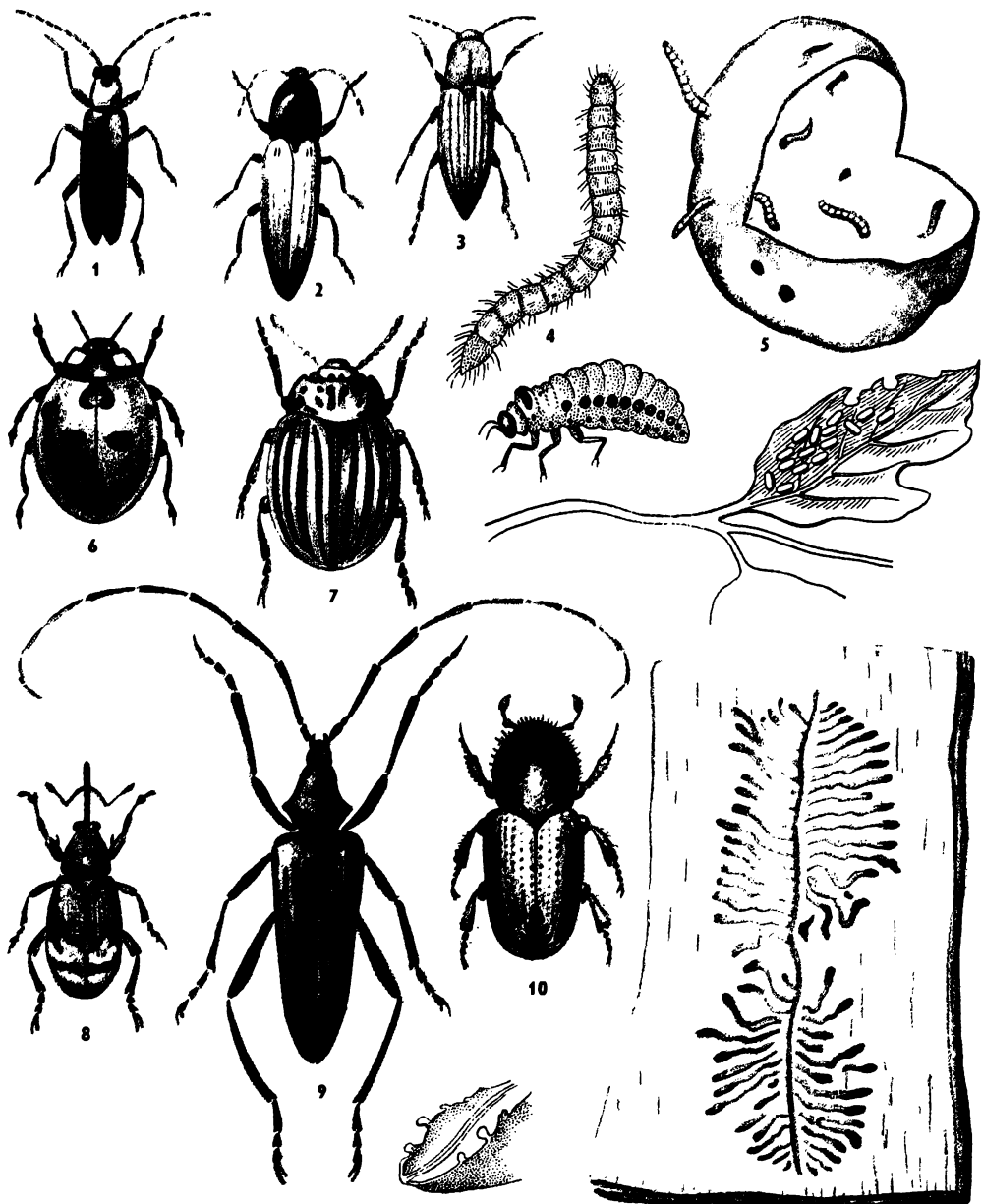


Рис. 143. Разноядные жуки:

1 — жук-мягкотелка; 2, 3 — шелконы (взрослый жук); 4 — личинка; 5 — клубень картофеля, погрызенный проволочниками; 6 — божья коровка; 7 — жук колорадский (справа — его личинка, кладка яиц на листе картофеля); 8 — жук-слоник (долгоносик); 9 — дровосек; 10 — короед-типограф, его ходы под корой и конец брюшка («тачка»)

Все упомянутые жуки и их личинки питаются в основном живыми зелеными частями растений, цветками и плодами. Но во многих группах жесткокрылых неоднократно предпринимались попытки перейти на пищу из древесины, т. е. усваивать целлюлозу. Большинство из них, однако, питается не самой целлюлозой, а расщепляющими ее гифами грибов. Таковы, например, жуки-точильщики, издающие звуки наподобие тиканья часов в стенах деревянных домов и даже в мебели. Некоторые точильщики содержат в особых клетках жирового тела — *мицетомах* — симбиотические микроорганизмы, поставляющие им нужные вещества (самка заражает этими симбионтами яйца перед откладкой). Но, пожалуй, лучше всего усваивают древесину представители семейства *усачей* (второе их название — *дровосеки*, см. рис. 143).

Личинки одних усачей питаются только гнилой, т. е. уже переработанной грибами, древесиной, другие имеют мицетома, поставляющие фермент, расщепляющий древесину. Личинка усача может жить в дереве до 45 лет, так что дерево может быть спилено и переработано, но жук может выйти, например, из ножки кресла. Многие усачи — опасные вредители леса. Один вид — домовый усач, разрушающий деревянные постройки, кажется, способен усваивать древесину даже без помощи грибов (но тогда развитие растягивается на 3—4 года вместо 12 месяцев).

Вредители леса — жуки-короеды живут под корой деревьев, усваивая питательную флору (но симбиотические грибы есть и у них). Под корой они выгрызают системы ходов, специфичные для каждого вида. Затем жук (обычно самка) рассеивает по ходам споры грибов, которые он приносит с собой в особых выемках на поверхности тела. В результате стенки ходов обрастают грибами, которую едят вышедшие из отложенных яиц личинки.

По-видимому, родственны жесткокрылым, но внешне совершенно на них не похожи блохи. Представители этого небольшого отряда — наружные паразиты млекопитающих и птиц. Они бескрылы, с прыгательными задними конечностями и сосущим ротовым аппаратом (рис. 144). Личинки их проходят метаморфоз во влажной земле, мусоре, щелях полов и в норах грызунов, после чего закукливаются в паутинном коконе. Вышедшая из куколки взрослая блоха сразу же находит хозяина, чтобы напиться его крови.

Блохи причиняют беспокойство надоедливыми укусами, но главное, они передают от грызунов (сусликов, сурков, крыс) бациллы опаснейшей болезни — чумы.

В предгорьях Тянь-Шаня сильно вредит животноводству блоха алакорт. Песчаная блоха из тропиков Америки, завезенная человеком в Африку и на Мадагаскар, поселяется под кожей (обычно между пальцев, под ногтями), образуя гноящиеся язвы.

ОТРЯД РУЧЕЙНИКОВ

На дне мелких пресноводных водоемов можно встретить камподоидных личинок насекомых, живущих в трубчатых домиках из песчинок, камешков или обломков веточек, склеенных паутинными нитями (рис. 145). Это личинки ручейников (их около 3 тыс. видов). В ручьях, на течении, некоторые виды строят не домики, а ловчие паутинные сети. Личинки ручейников — хорошая пища для рыб. Взрослый ручейник малоприметен. Он похож на крупную моль с волосистыми, сложенными на спине крыльями. Летаёт он

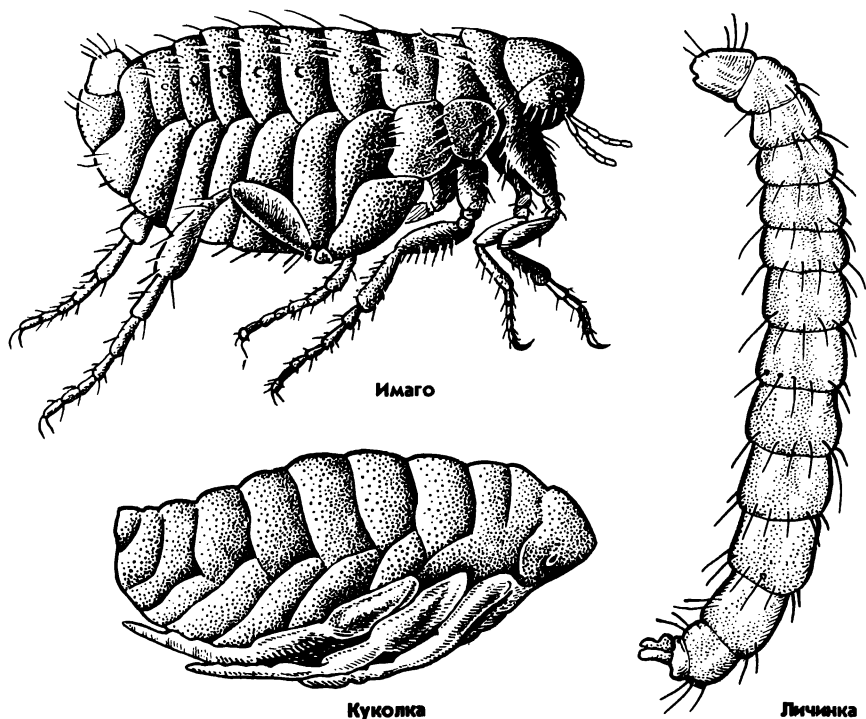


Рис. 144. Человечья блоха

неохотно и живет недолго: его ротовые части редуцированы и преобразованы в короткий хоботок, с помощью которого можно только пить воду. После спаривания самки откладывают в воду студенистые комки яиц.

ОТРЯД ЧЕШУЕКРЫЛЫХ, ИЛИ БАБОЧЕК

Бабочки (140 тыс. видов) — насекомые, близкие родичи ручейников. Чешуекрылыми их называют потому, что крылья у них покрыты сплюснутыми, превратившимися в чешуйки волосками. Этот чешуйчатый налет легко стирается. У некоторых чешуйки утрачены и крылья прозрачны: такие бабочки подражают пчелам, осам и другим жалоносным насекомым. Ротовые части имаго бабочек иногда редуцированы, как у ручейников, но чаще образуют мягкий хоботок для всасывания нектара цветов. Личинки чешуекрылых — гусеницы, обычно червеобразной формы, с грызущими ротовыми частями. Кроме трех пар обычных ног, у них бывает до пяти пар ложных ног на сегментах брюшка. Куколка у многих видов сидит в коконе, сплетенном из шелковистых нитей, выделяемых слюнными железами.

Самых примитивных чешуекрылых иногда выделяют в отдельный отряд челюстных бабочек, или «зубатых молей». Таков, например, калужни-

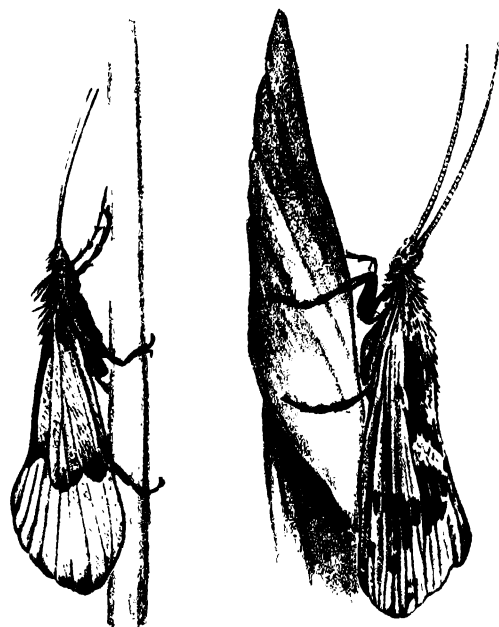
цевый мелкокрыл, размером и видом похожий на моль. У него нет хоботка, но есть жвалы.

Уже «настоящими» бабочками считаются моли и близкие семейства. Это огромная группа видов. Большинство их мелкие и невзрачные, с волосистыми крыльями. Гусеницы разных видов питаются самой разнообразной пищей: зерном, мукой, сушеными грибами и фруктами. Наиболее известны мебельная, платяная и шубная моли; их гусеницы приспособились переваривать шерсть (а также перо и рог). Представители близкого семейства листоверток вредят в садах и лесах (пример — всем известная яблонная плодожорка). В семействе огневок опасные вредители полевых культур — луговой и кукурузный мотыльки; мучная и мельничная огневки уничтожают муку, крупу, сухари, а восковая, или пчелиная, огневка паразитирует в пчелиных ульях (ее гусеницы переваривают воск).

Из группы булавоусых бабочек, названных так потому, что концы усиков у них булабовидно расширены, наиболее известно семейство белянок. В наших широтах ранней весной первыми появляются перелимавшие лимонницы (самец лимонно-желтый). Гусеницы широко распространенных капустницы, репницы и брюквенницы поедают листья крестоцветных и порой вредят на огородах. Поздно вылетающая боярышница вредит не только боярышнику, но и прочим розоцветным, нанося ущерб садам.

Самые красивые бабочки мира — семейство кавалеров, или парусники. В основном это тропические чешуекрылые, у нас чаще встречаются черно-желтый махаон (на Дальнем Востоке черный, переливающийся зелено-синим махаон Маака) и белый красноглазчатый аполлон. Это любимые бабочки коллекционеров, многие виды из-за своей красоты оказались в Красной книге.

Наверняка все вы видели представителей семейства нимфалид: дневного павлиньего глаза, адмирала и вездесущую крапивницу (у этого семейства гусеницы предпочитают крапиву).



Ручейники

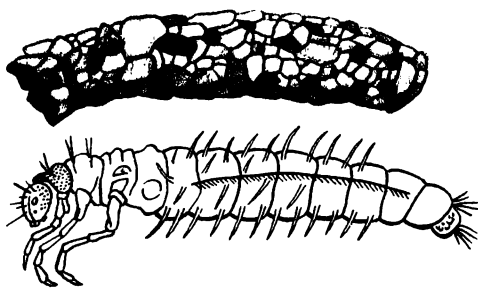


Рис. 145. Ручейники:

в центре — домик личинки; внизу — личинка, вынутая из домика

В семействе настоящих шелкопрядов известен тутовый шелкопряд — полностью одомашненное насекомое. Пчелы часто дичают, а шелкопряды в природе жить не могут. Эта бабочка родом с Гималаев, но 5 тыс. лет назад завезена в Китай, откуда и распространилась по всему миру. Славится шелкопряд тем, что перед окукливанием гусеница окутывает себя прочным коконом из цельной нити шелка длиной до 1000 м.

Кокконы других бабочек также могут давать шелк; наиболее известен китайский дубовый шелкопряд из семейства павлиноглазок. Шелк его (чесуча) более грубый, желтоватый, но прочный.

Это уже перистоусые бабочки. Из других семейств этой группы отметим крупных быстролетающих сумеречных бабочек — бражников, а также пядениц, названных так потому, что гусеницы их «шагают», поочередно хватаясь грудными и брюшными ножками. Пядениц 15 тыс. видов, многие из них вредители в лесах и садах. Таковы крыжовниковая пяденица, сосновая, оголяющая сосны, и всеядная зимняя, вредящая не только лесным, но и садовым деревьям.

Весьма опасны представители семейства коконопрядов: сосновый коконопряд, размножаясь в массе, объедает хвою сосен, сибирский — хвою всех хвойных, а кольчатый вредит в садах. В близком семействе волнянок известны непарный шелкопряд (самка крупнее самца), вредящая в лесах бабочка-монашенка и златогузка.

Самое большое семейство чешуекрылых — совки (около 30 тыс. видов), названные так потому, что спереди голова имаго с крупными глазами кому-то напомнила голову совы. Это скромно окрашенные, обычно сумеречные и ночные бабочки. У подгрызающих совков гусеницы живут в почве и подгрызают корни растений. Опасна для посевов озимая совка, на огородах вредят капустная и совка-гамма (у нее на передних крыльях золотистый рисунок, напоминающий греческую букву γ). Здесь названы только три вредителя, но среди совков их сотни.

ОТРЯД ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ

Отряд перепончатокрылых по числу видов (более 300 тыс.) уступает только жукам. У этих насекомых две пары крыльев, переднее в полете сцепляется с задним, так что анатомически они двукрылы. Ротовые части грызущие или лижущие. Самки перепончатокрылых часто откладывают яйца с одним набором хромосом (гаплоидные), из которых выходят самцы, и с двойным (диплоидные), из которых выходят яйцекладущие самки, а также незрелые самки (рабочие особи общественных пчел и муравьев). Для самок характерен яйцеклад, часто превращающийся в жало.

В примитивном подотряде сидячебрюхих брюшко приращено к заднегрудной всей поверхностью. Это растительноядные формы, многие из них вредят культурным растениям. Таковы пилильщики, стеблевые, хлебные, паутинные. Личинки их похожи на гусениц бабочек и называются *ложногусеницами*. У крупных рогахвостов личинка живет в древесине, питаясь грибами гриба, вызывающего «красную гниль». Споры этого гриба самка выделяет из особого кармана у основания яйцеклада при откладке яйца (сравните с жуками-короедами).

У стебельчатобрюхих перепончатокрылых брюшко отделено от

грудь узким перехватом («осиная талия»). Самая большая группа стебельчатобрюхих — паразитическая. Только самые примитивные из них — орехотворки — паразитируют на растениях. Примером может быть дубовая орехотворка, вызывающая на листьях дуба «чернильные орешки» — галлы, из которых в старину делали первоклассные чернила.

Все другие — наездники — откладывают яйца в яйца личинок, куколки и имаго других насекомых, реже пауков. Пожалуй, трудно найти насекомое без своего наездника. Личинки пожирают ткани хозяина и выходят наружу закукливаться. Многие наездники истребляют вредных насекомых. Таковы яйцееды трихограммы, теленомусы, рогацы, откладывающие яйца в гусениц непарного шелкопряда, и многие другие (рис. 146).

Высшие стебельчатобрюхие (осы, пчелы, муравьи) объединяются в группу жалящих. Осы — обычно хищники, питающиеся другими насекомыми и паукообразными (взрослым, впрочем, хватает цветочного нектара). Многие из них откладывают яйца в личинок и имаго других насекомых, предварительно парализованных уколом жала в нервные узлы.

Общественные осы образуют семьи. Перезимовавшая оплодотворенная самка откладывает яйца в ячейки из склеенной слюной древесной массы, похожей на бумагу, и кормит личинок «котлетками» из пережеванных насекомых. Вышедшее из куколок потомство — рабочие осы надстраивают гнездо и тащат в него корм для личинок. Самка лишь откладывает яйца, к осени — неоплодотворенные, из которых выходят самцы. Но если самка погибнет, ее место занимает быстро созревающая рабочая особь. Некоторые осы не строят гнезд сами, а, как кукушки, подкладывают яйца в чужие гнезда.

20 тыс. видов пчел неразрывно связано с цветковыми растениями. Это их главные опылители, а личинок выкармливают тестом из пыльцы цветов и нектара. Поэтому ротовой аппарат у пчел лижуще-сосущий, а на задних ногах развиваются «корзиночки» для переноса комков пыльцы (см. рис. 146).

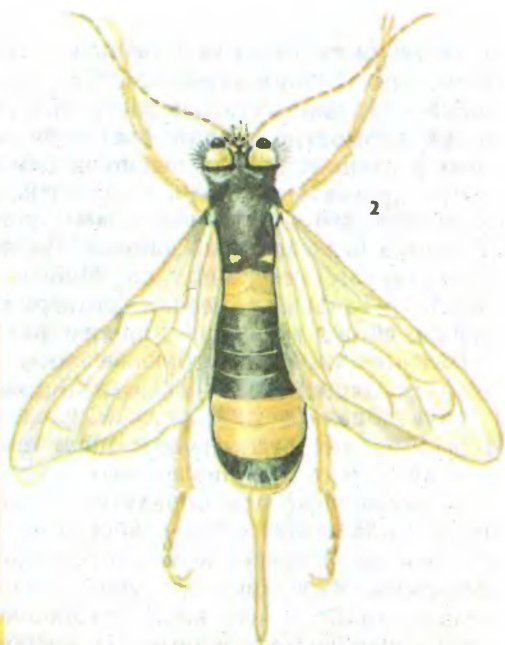
Одиночные пчелы строят ячейки в норках, полых стеблях растений, в цементных гнездах, склеенных слюной, пчелы-плотники выгрызают ходы в древесине. У шмелей возникают семьи, так же как у общественных ос. Шмели строят ячейки из воска, выделяемого особыми железами на брюшных сегментах.

Шмели очень полезны как опылители красного клевера и других цветков с глубоким венчиком. Там, где нет шмелей, клевер не дает семян. (У пчел хоботок короче, чем у шмелей, и «дотянуться» до нектара они не могут, поэтому на соцветия клевера не садятся.) Семья шмелей редко достигает 500 особей и погибает осенью; перезимовывают лишь оплодотворенные самки. Как и у ос, у шмелей имеются виды «кукушки». Иное дело медоносные пчелы, одомашненные человеком. Они строят шестигранные соты с минимальными затратами воска. В них вырастают личинки (расплод) и хранятся запасы на зиму: мед — продукт переработки нектара в зобике пчелы, перга (пыльца). Личинок, из которых должны выйти самки, во время метаморфоза выкармливают выделениями особых желез — «пчелиным молочком». Когда в гнезде появляется молодая самка, старая покидает его с частью рабочих. Этот рой улетает, чтобы найти новое дупло. Пчеловоды подстерегают этот

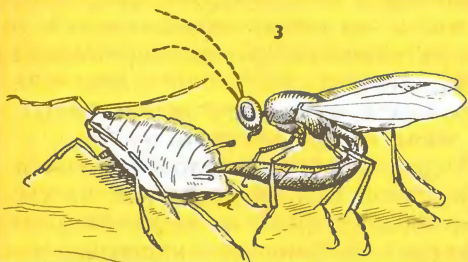
1



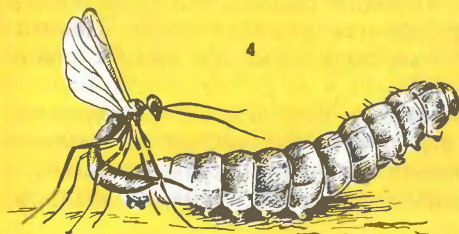
2



3



4



5



8



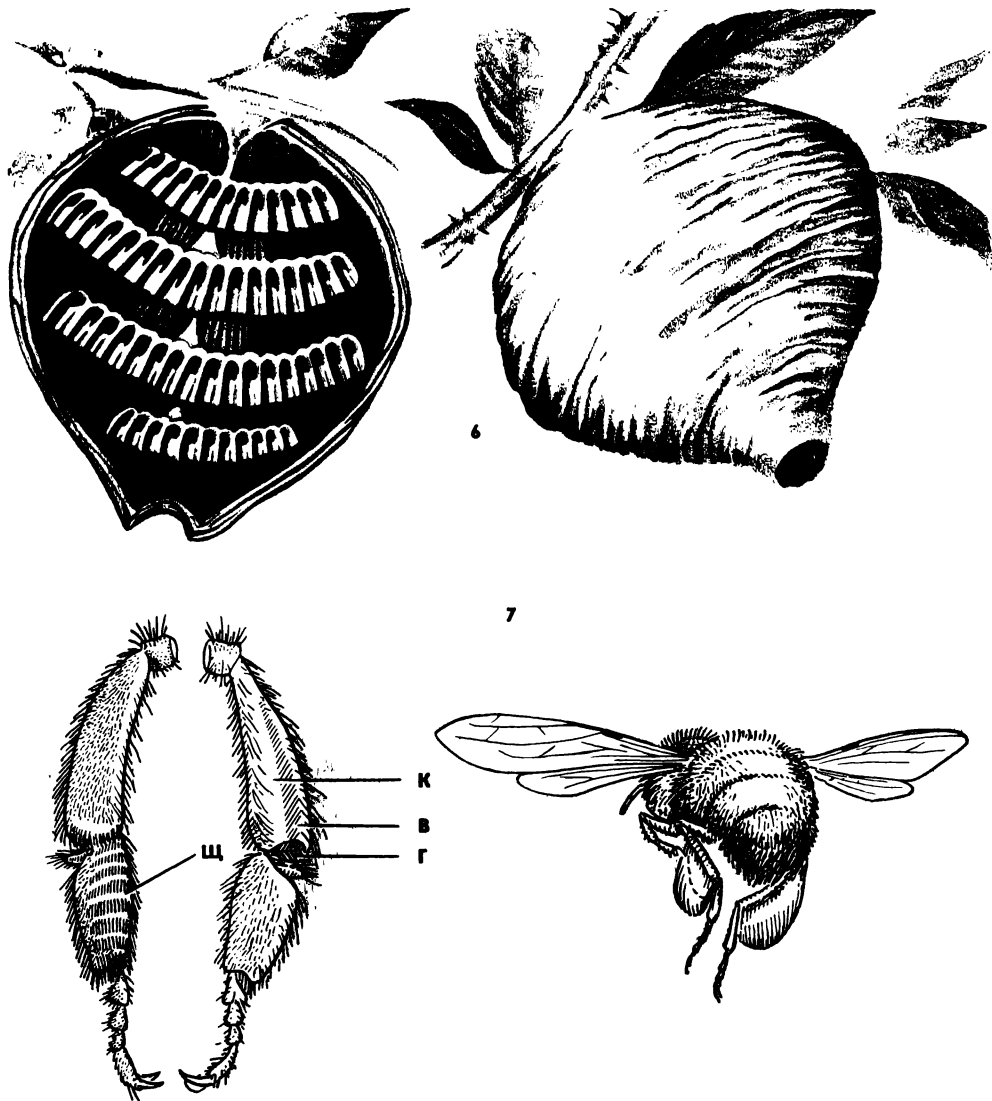


Рис. 146. Перепончатокрылые и их особенности:

1 — березовый пилильщик; 2 — рогохвост-гигант; 3 — наездник-афидиус, откладывающий яйцо в тлю; 4 — наездник-паниск, откладывающий яйцо в гусеницу озимой совки; 5 — одиночная оса-помпил, парализующая паука; 6 — муравей рыжий лесной, «доящий» тлей; 7 — гнездо лесной осы (слева — в разрезе); 8 — задняя пара ног медоносной пчелы (слева — изнутри, справа — снаружи); Щ — щеточка, которой пчела счищает пыльцу с тела; К — корзиночка, куда собирается комок пыльцы — обножка; Г — гребень; В — волоски (рядом пчела, летящая с обножкой в улей)

момент, чтобы перехватить его и перевести в новый улей. К осени молодые самки спариваются с самцами (трутнями). Готовясь к зиме, пчелы запасают мед и убивают (зажаливают) трутней.

Мед не только представляет собой ценнейший пищевой продукт, но и обладает целебными свойствами. Поэтому пчел разводят с глубокой древности. В медицине используются как мед, молочко и перга, так и пчелиный яд и прополис — смола, которой пчелы промазывают щели улья.

В тропиках живут дикие родственники медоносной пчелы — крупные злые индийские пчелы и мелкие, со слабым жалом мелипоны.

У пчел и ос кроме общественных видов имеются одиночные. Муравьи же всегда общественные; их одиночные древние предки вымерли 70—100 млн. лет назад.

Рабочие особи муравьев бескрылы, летают только самки, отгрызающие себе крылья после спаривания, и самцы, после этого акта погибающие. Жала у обычных муравьев нет, но ядовитые железы, вырабатывающие в основном муравьиную кислоту, сохранились. Муравей может «выстрелить» струйку яда на расстояние до 500 раз больше своего размера.

Все вы видели гнезда крупных рыжих лесных муравьев — муравейники, сложенные из хвоинок и веточек. Но у других видов гнезда бывают подземные, или устроены в ходах и камерах в древесине, или же склеены из бумажной массы, как у ос, или сшиты из древесных листьев. Есть и муравьи-кочевники, всю жизнь кочующие колоннами, перенося с собой личинок и куколок. Крупные тропические муравьи-кочевники наводят ужас на все живое.

Питаются разные виды по-разному. В основном муравьи всеядны, но чаще тащат в гнездо убитых и мертвых насекомых. Другие собирают сухие зерна (например, пустынные муравьи-жнецы). Муравьи-листорезы складывают в подземные камеры настриженные жвалами кусочки листьев, на которых выращивают грибы. Медовые муравьи хранят запасы меда в кишечниках, превращающихся в «живые бочки». Они любят сахаристые выделения тлей, охраняют их.

Некоторые виды стали «рабовладельцами»: они похищают из гнезд куколки других видов; вышедшие из них имаго собирают пищу для хозяев и строят им гнезда.

В целом муравьи полезны, так как уничтожают массу вредных насекомых. Рыжие лесные муравьи — настоящие санитары леса. Вредят лишь некоторые муравьи-древоточы и листогрызы да крошечный муравей, из тропиков завезенный в наши квартиры.

ОТРЯД ДВУКРЫЛЫХ

Представители отряда двукрылых (8 тыс. видов) населяют практически всю Землю. У двукрылых вторая пара крыльев превратилась в жужжальца (*галтеры*) — органы равновесия в полете. Ротовой аппарат лижущий или колюще-сосущий. Личинки обычно червеобразные, без грудных ног. У высших двукрылых куколка образуется внутри последней личиночной шкурки, получившей название *пупарий*. Он заменяет кокон, защищая куколку от внешних воздействий.

Различают длинноусых и короткоусых двукрылых. Первый под-

отряд называют еще комарами. Обычно это насекомые со стройным удлинённым телом; у личинок хорошо развита головная капсула с челюстями, а куколка лишена пупария (рис. 147).

Широко известны комары-долгоножки, крупные, безобидные, с длинными, легко обламывающимися ногами. Их личинки обитают во влажной почве, богатой органическими остатками. Рыболовы хорошо знают комаров-звонцов, или дергунов, личинки которых обычно красного цвета из-за растворённого в гемолимфе дыхательного белка — гемоглобина. Их называют мотылем, это любимый корм многих рыб.

Значительно более известны кровососущие комары, отравляющие существование во влажных болотистых местах. Кровь сосут только самки, самцы питаются нектаром цветов.

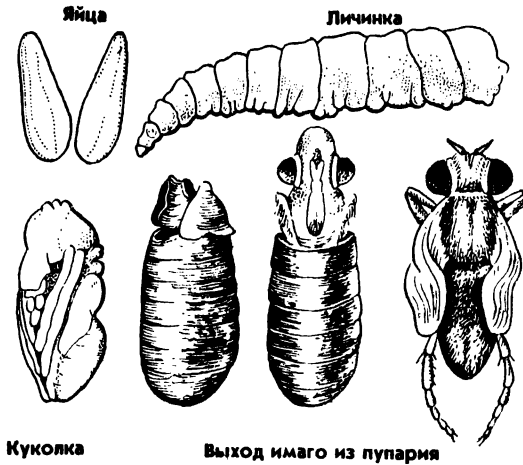
Опасны малярийные комары из рода *анофелес* (бесполезный) — переносчики малярии. Комары переносят также вирусы желтой лихорадки, японского энцефалита и энцефаломиелита. Личинки их дышат атмосферным воздухом и «подвешиваются» к пленке воды в мелких водоемах. Мелкие (3—4 мм) комарики мокрецы также злостные кровососы, о чем говорит название наиболее распространенного вида — жгучий мокрец. Не менее назойливы мошки, переносящие к тому же сибирскую язву, сеп, туляремию, чуму и проказу, а в тропиках — паразитов крови — круглых червей-филярий. У нас на юге мелкие комарики москиты переносят пендинскую язву (лейшманиоз), лихорадку папатачи и десяток других столь же неприятных болезней. В Сибири все это скопище кровососов выразительно называется «гнус».

Под общим названием мухи известны короткоусые (с трехчленистыми антеннами) двукрылые. Среди них есть и безвредные, например подражающие в окраске осам и пчелам мухи-журчалки, и даже полезные — мохнатые мухи-тахины, чьи личинки паразитируют в других насекомых, в том числе и вредных (например, в непарном шелкопряде, клопе-черепашке, колорадском жуке). Но у многих личинки питаются живыми тканями растений и вредят на полях и огородах (капустная, луковая, свекольная, озимая мухи, злаковые мухи, из которых наиболее опасны шведская муха и зеленглазка).

Всем известны надоедливые комнатные мухи. Их личинки разводятся в навозе, фекалиях, разнообразных гниющих остатках. Головной отдел личинок редуцирован; они разжижают пищу, выделяя в нее пищеварительный сок, а затем всасывают. Из литра свиного навоза может вылететь до 4 тыс. мух. Мухи — опасные переносчики инфекций (брюшного тифа, дизентерии, холеры и т. д.), а также яиц глистов. Кроме комнатной мухи, в дом залетают зеленые и синие падальные мухи, серые мясные, навозные, а в конце лета — кровососущие жигалки — родственники мух цеце.

В состав «гноса» кроме комаров, мокрецов и мошек входят крупные мухи — слепни, преследующие человека и животных. Один слепень выпивает крови больше, чем 70 комаров (самцы, впрочем, как и у комаров, кормятся на цветах). Личинки слепней живут во влажной почве. Слепни и их мелкие родственники — дождевки и златоглазик кусачий — беспокоят коров, летом снижают удой на 10—15%.

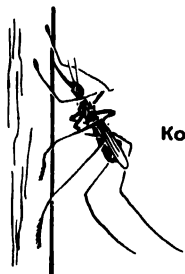
С древних времен слепней путали с оводами. На самом деле самки ово-



дов не кусаются и не сосут кровь. Но домашний скот, северные олени и дикие жвачные их боятся. Дело в том, что самки подкожных оводов откладывают яйца на шерсть животных и личинки паразитируют под кожей, выходя на окукливание через язву. В результате шкура животного выглядит как простреленная мелкой дробью и теряет ценность. Яйца желудочных оводов слизываются с шерсти животными, и личинки развиваются в желудках хозяина, уходя на окукливание вместе с фекалиями. Другие развиваются в носоглотке и лобных пазухах. Вред от оводов очень велик.

Некоторые мухи-кровососы приспособились к паразитизму на птицах и млекопитающих (один вид — пчелиная вошь — на медоносных пчелах). Многие из них потеряли крылья.

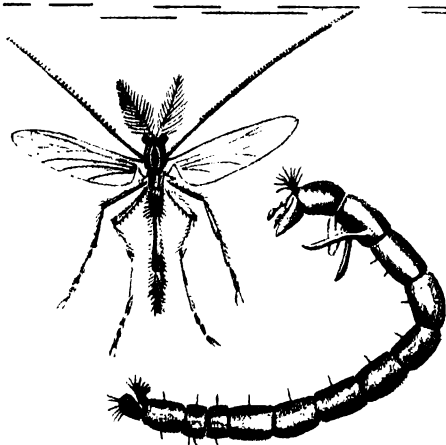
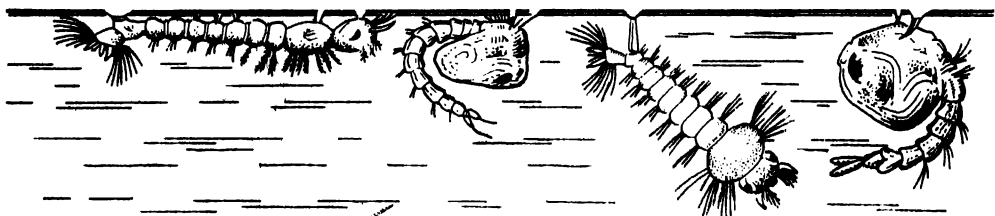
КОМАРЫ, ИХ ЛИЧИНКИ И КУКОЛКИ



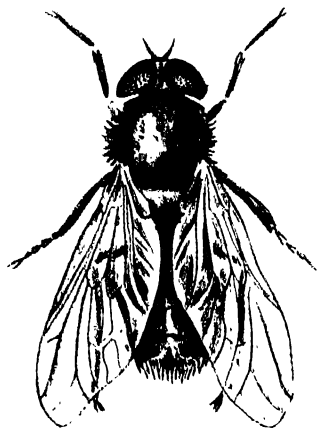
Комар малярийный



Комар обыкновенный

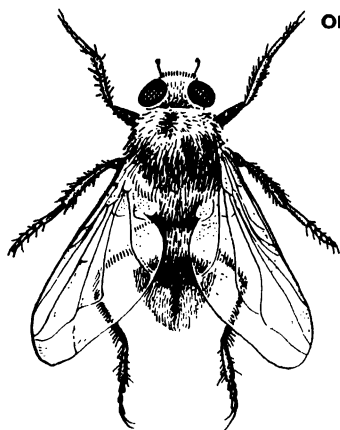


КОМАР-ЗВОНЕЦ И ЕГО ЛИЧИНКА (МОТЫЛЬ)

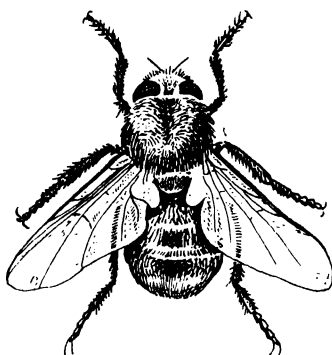


СЛЕПЕНЬ БЫЧИЙ

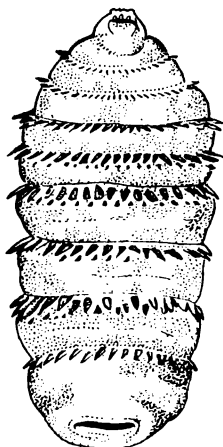
ОВОДЫ



бычий



желудочный



Личинка овода желудочного

ГЛАВА 12. МОЛЛЮСКИ

Тип моллюсков. Классы примитивных моллюсков. Класс брюхоногих. Класс пластинчатожаберных, или двустворчатых. Класс головоногих моллюсков

ТИП МОЛЛЮСКОВ

130 тыс. видов разнообразных моллюсков населяют в основном море и пресные воды, хотя и на суше их имеется немало. Произошли они, скорее всего, от общих предков с кольчатыми червями, и примитивные их представители еще имеют черты сходства с ними. Моллюски двусторонне-симметричны, но тело их не сегментировано, в отличие от кольчатых червей и членистоногих. Это вторичнополостные животные, но целом их сократился до незначительных по объему полостей, в которых лежат сердце (околосердечная сумка, или *перикард*) и половые железы.

Тело моллюсков делится на три отдела: голову, туловище и ногу. Головной отдел у сидячих форм может редуцироваться. Нога — мускулистый вырост брюшной стенки тела, на котором моллюск ползает, у сидячих и малоподвижных форм также может исчезать. Туловище же, как правило, может разрастаться на спинную сторону, образуя как бы горб — *внутренний мешок*, в котором располагаются органы моллюска, в первую очередь объемистая печень.

Тело моллюска снаружи покрыто кожной складкой — *мантией*. Мантия на брюшной стороне прилегает к телу неплотно, образуя *мантийную полость*, из которой торчит нога и в которой расположены жабры. В нее же открываются анальное отверстие, выводные отверстия почек и половых органов. У наземных форм жабры редуцируются, и такие моллюски дышат через стенки мантийной полости, превращающейся в *легкое*.

Мантия же выделяет защитную раковину, в основном из углекислого кальция. Снаружи раковину покрывает кожистый слой из органического вещества, за ней следует так называемый фарфоровидный слой, в котором CaCO_3 кристаллизуется в виде призмочек, а к мантии прилегает перламутровый слой, слагаемый таблитчатыми кристаллами CaCO_3 . Перламутр красиво блестит и радужно переливается, за что с незапамятных времен высоко ценится человеком. Относительно редко какая-нибудь микроскопическая частица, попав между мантией и раковиной, обволакивается слоями перламутра и становится жемчужиной. Жемчуг издавна считался одним из самых драгоценных камней — до тех пор, пока японский зоолог Мицукури, а затем промышленник Микимото не догадались искусственно стимулировать образование жемчужин в специально разводимых для этой цели моллюсках. Такой жемчуг не уступает натуральному (он и есть натуральный), но цена на него упала, предложение превысило спрос.

У низших моллюсков раковина может состоять из 8 пластинок, защищающих спинную сторону, у других она колпачковидна, закручена в спираль или разделяется на две створки, подвижно сочлененные на спи-

не. Многие моллюски, особенно активно плавающие, раковину потеряли.

За редкими исключениями моллюски не имеют челюстей. Для размельчения пищи у них возникает *радула* (терка) — роговые крючковидные выросты стенок глотки.

Кровеносная система у них незамкнутая и состоит из сердца, слагаемого одним или двумя желудочками и предсердиями. Кровь из предсердий попадает в желудочек и сокращениями его гонится в основной сосуд — *аорту*. Аорта разделяется на *артерии*, поставляющие кровь к внутренним органам. В конце концов кровь поступает в *лакуны* — промежутки между тканями и органами, а из них — в приносящие жаберные сосуды. Отдав в жабрах CO_2 и получив O_2 , кровь по жаберным венам идет в предсердия.

Таким образом, сердце у моллюсков сложнее, чем у раков и насекомых. Как и у человека, оно делится на предсердия и желудочки. Этот принцип у высших животных становится главным.

Нервная система у моллюсков проще, чем у членистоногих. Она состоит из окологлоточного нервного кольца и отходящих от него четырех стволов. У примитивных форм это все напоминает ортогон плоских червей. Значит, предки моллюсков отделились от предков кольчатых червей до того, как у них сформировалась брюшная нервная цепочка. У большинства моллюсков нервная система разбросанно-узловая: парные скопления нервных клеток — ганглии, соединенные нервами, обслуживают ногу, внутренние органы, мантию.

Развиваются моллюски из личинок, очень похожих на трохофору многощетинковых кольчатых червей.

Класс примитивных моллюсков

Там, где встречаются суша и море, в зоне прилива и прибоя, на скалах и камнях можно встретить примитивных панцирных моллюсков — *хитонов* (рис. 148). Хитоны имеют продолговато-овальное сплюснутое тело — от десятков миллиметров до 33 см у гигантского хитона наших дальневосточных морей. Нога этих моллюсков плоская и мускулистая. Ею хитон присасывается к камню так, что его трудно оторвать. Спину защищает раковина из восьми черепицеобразных пластинок.

В мантийной плоскости хитонов до 80 пар перистых жабр, кровь из которых идет в сердце из двух предсердий и одного желудочка. Нервная система очень примитивна, личинка — типичная трохофора. Крупных хитонов едят; мясо их жестковато.

В самых древних слоях земли палеонтологи находили колпачковидные, блюдцевидные или спирально закрученные раковины. В 1940 г. их выделили в отдельный класс — *моноплакофор* (т. е. несущих раковину в виде одного куска). А через 12 лет на глубине 3590 м в Тихом океане датская экспедиция на «Галатее» выловила первых живых моллюсков этого класса (см. рис. 148). Этот вид называли неопилиной (новой пилиной, в честь давно вымершей). У неопилины образуется внутренностный мешок, защищенный колпачком раковины. Строение нервной и кровеносной систем примитивно, как у хитонов. Неопилина — «живое ископаемое», она сохранила черты общего предка всех моллюсков.

Класс брюхоногих (гастропод), или улиток

Брюхоногие — самый большой класс моллюсков (90 тыс. видов). Большая часть их обитает в морях, но многие проникли в пресные воды и на сушу (легочные моллюски). Размеры их от 2—3 мм до десятков сантиметров. Основная особенность брюхоногих — раковина из одного куска, в

Хитон изящный

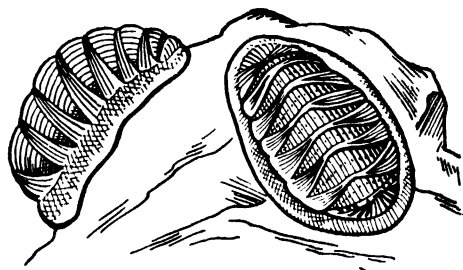
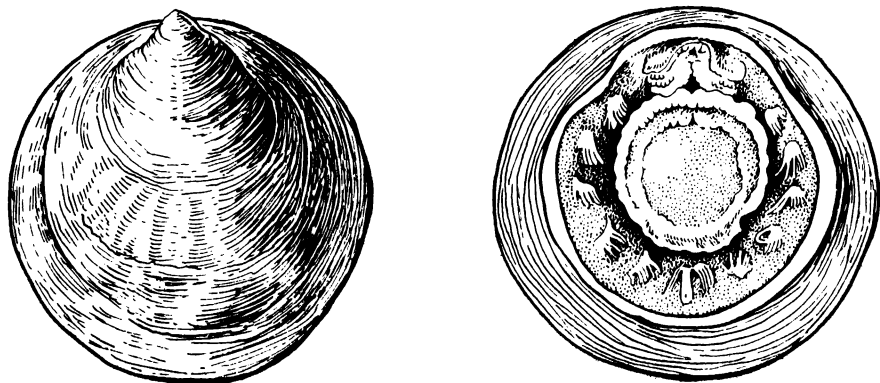


Рис 148 Прimitивные моллюски:

слева — хитоны, присосавшиеся к камню; *справа* — неопилина (в мантийной полости видны ротовое отверстие, нога и перистые жабры)

ГЛУБОКОВОДНЫЙ МОЛЛЮСК-НЕОПИЛИНА



норме спирально закрученная. В ней размещается сильно разросшийся внутренностный мешок. Потрявоженный моллюск может втягивать голову и ногу в раковину целиком (рис. 149).

Часть брюхоногих растительояды (наземные слизни и улитки, морские потребители водорослей), но есть и хищники.

Потерявшие раковину голожаберные часто защищаются «украденными» стрекательными клетками гидроидных полипов. Эти клетки из съеденных моллюском полипов в целом виде мигрируют в покровы тела и там приживаются. Нечто подобное описано у морских плоских червей — турбеллярий.

Дышат брюхоногие с помощью перистых жабр — *ктенидиев* («гребешков»). У голожаберных развиваются заменяющие их выросты тела, а у легочных возникает легкое — часть мантийной полости, специально приспособленной для газообмена (пресноводные прудовики, катушки, наземные улитки и слизни).

Кровеносная система состоит из желудочка и одного или двух предсердий, периферическая ее часть типичная для моллюсков. Кровь чаще всего бесцветная.

Нервная система состоит из пяти пар основных ганглиев, соединенных нервными волокнами. Из органов чувств хорошо развито осязание благо-



"Шапочка"
(вид сверху)



Рапана



Слизняк



Голожаберный моллюск



Улитка виноградная

Рис. 149. Брюхоногие моллюски:
внизу — теребра, харония, конус

даря чувствительным клеткам на головных щупальцах и краях мантии и зрение. У брюхоногих можно встретить все стадии развития глаз, от простых ямок со светочувствительными клетками на дне, способных лишь отличать свет от темноты, до настоящих, с преломляющей свет и дающей изображение линзой (хрусталиком).

Выделительная система типичная для моллюсков. Это видоизмененные метанефридии, один или два, открывающиеся одним концом в остаток целома — околосердечную сумку, а другим — в мантийную полость рядом с анальным отверстием.

Примитивные брюхоногие обычно раздельнополы, оплодотворение наружное, и из яйца выходит свободноплавающая личинка, напоминающая трохофору многощетинковых червей. Более высокоорганизованные брюхоногие — гермафродиты, их половая железа выделяет и яйца, и спермии. Оплодотворение у них внутреннее. У легочных моллюсков, пресноводных и наземных, развитие яйца протекает внутри яйцевой оболочки, и на свет появляется маленький моллюск.

Хозяйственное значение брюхоногих невелико. Слизни и виноградные улитки — вредители сельского хозяйства. Но виноградных улиток в некоторых странах, особенно во Франции, считают деликатесом и специально разводят. В пищу идут и многие крупные морские улитки (трубачи). Раковины видов с перламутровым слоем используют для украшений и безделушек. В старину особые раковины — каури в южных странах служили разменной монетой. Ряд видов брюхоногих — первые промежуточные хозяева паразитических червей — трематод, опасных и для человека. Два рода тропических моллюсков — *конус* и *терebra* имеют ядовитые железы у зубов — радулы и могут серьезно «ужалить» взявшего их неосторожного человека. По действию их яд близок к яду кураре.

Класс пластинчатожаберных, или двустворчатых

Двустворчатые моллюски (20 тыс. видов) населяют морские и пресные воды. Пластинчатожаберными их называют потому, что у высокоорганизованных их представителей перистые ктении срастаются в двухслойные решетчатые пластины, лежащие в мантийной полости. Русское название — ракушки.

Тело моллюска одето с боков двустворчатой раковиной. Створки соединяются на спинной стороне эластичной связкой — *лигаментом* и *замком*, состоящим из зубовидных выступов на одной створке и соответствующих им углублений на другой. Зубы замка, впрочем, могут исчезать (потому-то двустворчатый моллюск наших рек называется беззубкой).

Нормальное состояние раковины открытое, между створками на брюшной стороне образуется щель. Но у моллюска имеется один или два замыкательных мускула, прирастающие к обеим створкам. Если его потревожить, они сокращаются, плотно смыкая раковину.

Как и у прочих моллюсков, у двустворчатых раковина растет с краев, и на ее створках, как на пне дерева, можно обнаружить следы годовичных приростов. Самый крупный моллюск — гигантская тридакна коралловых рифов Тихого и Индийского океанов достигает 1,35 м и 250 кг массы.

Тонкие листки мантии, свешиваясь с боков тела, прилегают к раковине, как подкладка одежды. Между ними расположена мантийная полость, в которой лежат пластинчатые жабры и нога. Нога двустворчатых имеет вид кия или клина (отсюда одно из названий класса — киленогие) и служит в основном для рытья песка или ила. Ползают они очень медленно, а многие стали сидячими. У таких ног редуцируется, как у мидий, или исчезает совсем, как у устриц. Многие из них прирастают к дну, выделяя из особой железы *биссус* — тягучую клейкую слизь, превращающуюся в воде в шелковистые нити. Такая жизнь не способствует развитию «ума». И голова у двустворчатых исчезла, осталось лишь ротовое отверстие на переднем конце туловища (еще одно название класса — безголовые).

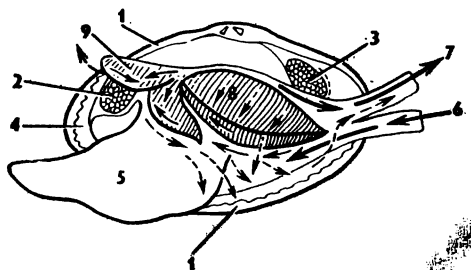


Рис. 150. Схематический разрез через мантийную полость двустворчатого моллюска:

1 — раковина; 2 — срез через передний замыкательный мускул; 3 — срез через задний замыкательный мускул; 4 — край мантии; 5 — нога; 6 — вводный сифон; 7 — выводной сифон (стрелками показано движение тока воды); 8 — жабры; 9 — ротовые лопасти

Двустворчатые моллюски питаются, как губки, профильтровывая через мантийную полость воду. Эпителий стенок мантийной полости и жабр сложен ресничными клетками. Согласованные удары ресничек создают ток воды. Свежая вода с пищевыми частицами вроде микроскопических водорослей поступает через вводный сифон, образованный лепестками мантии, совершает по мантийной полости круг и выводится через выводной сифон (рис. 150). В это время она отдает кислород, насыщается углекислым газом, а пищевые частицы, предварительно склеенные слизью, поступают, захваченные ротовыми лопастями, в ротовое отверстие. Устрица средних размеров пропускает за 1 ч через свою мантийную полость до 10 л воды. Размножаясь во множестве, ракушки становятся мощным фактором очистки водоемов.

Некоторые моллюски-камнеточцы острыми краями раковин могут высверливать в твердых грунтах и мягком камне норки и ходы. Другие сверлят дерево, из них наиболее известен и опасен корабельный червь — тередо.

Тередо не похож на моллюска, он червеобразной формы (рис. 151), на заднем конце — два длинных сифона, на переднем — крошечная раковина, створки которой превратились в сверло. Тередо сверлит ею дерево и глотает опилки. Он также имеет бактерий-симбионтов, расщепляющих целлюлозу. (Некоторые из его симбионтов могут усваивать растворенный в воде азот.) В результате дерево превращается в подобие губки, источенное ходами. У нас тередо встречается в Черном, Азовском и дальневосточных морях.

Кровеносная система двустворчатых также незамкнутая. У нее любопытная особенность: сердце, состоящее из желудочка и двух предсердий, как бы наложено на кишечник. Это объясняется тем, что раньше желудочек серд-

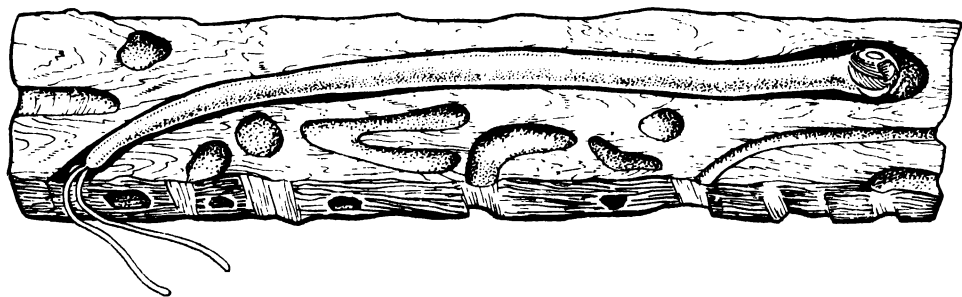
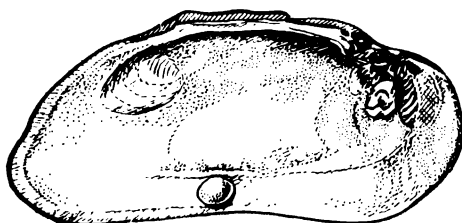
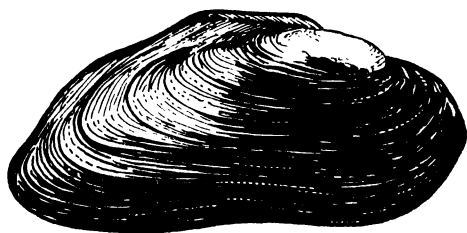
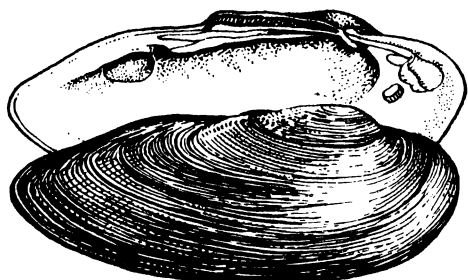


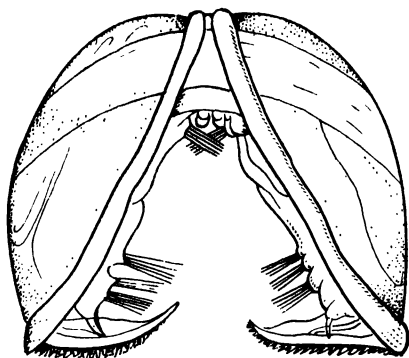
Рис. 151 Корабельный червь-тередо (в древесине)



Европейская речная жемчужница (справа — вид изнутри)



Перловица обыкновенная
(правая и левая створки)



Полураскрытые створки личинки глохидии

Рис. 152. Пресноводные ракушки-униониды

ца был парный (и таким сохранился у низших), а потом половинки его слились, охватив кишечник. Кровь может быть бесцветной, реже красной (содержит гемоглобин) или голубой (содержит гемоцианин — дыхательный пигмент с ионами меди)

Органы выделения двустворчатых, как и нервная система, типичны для моллюсков — обычно три пары ганглиев, соединенных нервами. Хотя головы у них нет, глаза иногда имеются, по краю мантии, на сифонах, даже на жабрах.

Оплодотворение у ракушек наружное, но иногда яйцеклетки остаются на жабрах матери, оплодотворяются спермиями, занесенными в мантийную полость, и развиваются дальше (жаберная беременность). Личинка у них сходна с трохофорой.

У широко известных беззубок и перловиц трохофор нет. Они сносились бы течением, и моллюски не могли бы расселяться вверх по рекам. Их своеобразная личинка — *глохидий* паразитирует на жабрах или плавниках пресноводных рыб, зацепившись острыми зубами створок (рис. 152). За 1—2 месяца глохидий превращается в молодую беззубку или перловицу и выпадает из образованного им нарыва на дно. За это время рыба успевает подняться вверх по реке.

Различают надотряды первичножаберных двустворчатых, у которых жабры — перистые ктении, и настоящих пластинчатожабрных — их подавляющее большинство. Из последних отметим отряд пресноводных ракушек — унии, с личинками-глохидиями, куда относятся не только беззубка и перловица, но и речные жемчужницы наших северных рек. Они дают хороший перламутр и жемчуг, но запасы их хищнически подорваны — ведь жемчужницы растут медленно, достигая за 50 лет длины 10 см и более.

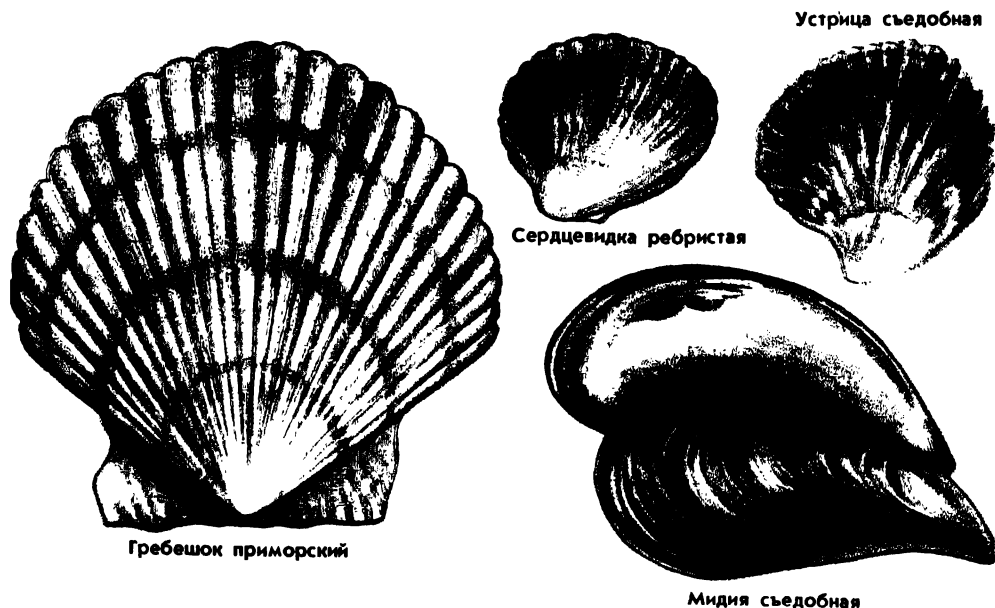


Рис. 153. Представители разных отрядов ракушек

Ко второму отряду — митилид относятся высокоценные устрицы и мидии; их уже стали разводить искусственно, выращивая оседающие личинки на черепицах. К этому же отряду относятся важнейшие производители жемчуга — морские жемчужницы Тихого и Индийского океанов (рис. 153).

К отряду пектинид — морских гребешков относятся крупные промысловые морские гребешки. Они способны быстро плавать, хлопая створками. Выбрасывая из мантийной полости воду, моллюск движется по реактивному способу.

Самый большой отряд двустворчатых — венериды. К нему относятся гигантские тридакны, сердцевидки наших южных морей (створки их раковин часто слагают ракушечные пляжи) и тот же тередо. Некоторые проникли в пресную воду. Такова дрейссена — мелкая сидячая ракушка, в изобилии размножившаяся в реках, озерах и водохранилищах Европы. Разрастаясь в огромных (до 10 000 экз/м²) количествах, дрейссены забивают водостоки, трубы, заборные устройства водопроводов, чем причиняют большой вред. Глохидиев у них нет, и вверх по течению они распространяются, прирастая к днищам судов.

Множество представителей этого отряда, обитающих в морях, — прекрасный корм для рыб, морских птиц и даже моржей. В целом двустворчатые моллюски играют большую роль в жизни морей и океанов.

Класс головоногих моллюсков

По числу ныне живущих видов (около 650) класс головоногих моллюсков невелик, но представители его хорошо известны. Это каракатицы, кальмары и осьминоги — самые высокоорганизованные моллюски, пожалуй, и самые высокоорганизованные беспозвоночные.

подавляющее большинство их можно определить следующими чертами: нога этих моллюсков превратилась в венец щупалец на голове (отсюда и название класса) вокруг ротового отверстия. Второе производное ноги — мускулистая коническая трубка — *воронка*, или *сифон*, через которую вода может с силой выбрасываться из мантийной полости. Тогда моллюск получает реактивный толчок такой силы, что некоторые виды могут вылетать из воды, как летучие рыбы. Их называют «живыми ракетами».

Раковина на таких скоростях может только мешать. Она сохранилась у одного современного рода, обитающего в Тихом океане, у всех других видов она обрастает мантией и претерпевает все стадии редукции.

Все органы головоногих свидетельствуют, каких высот в результате постепенной эволюции может достигнуть относительно примитивная организация первичного моллюска.

Все головоногие — хищники, порой прожорливые. Добычу хватают щупальцами, на которых развиваются присоски (1—4 продольных ряда), иногда с хитиновыми крючьями, напоминающими кошачьи когти (у крупных кальмаров эти когти можно сравнить с тигриными). В глотке кроме радулы имеются крепкие хитиновые челюсти, напоминающие клюв попугая. Ими можно дробить раковины ракушек и улиток и панцири крабов. Слюна многих осьминогов ядовита и парализует укушенную жертву; небезопасна она и для человека.

Размельченная пища через узкий пищевод поступает в желудок, где

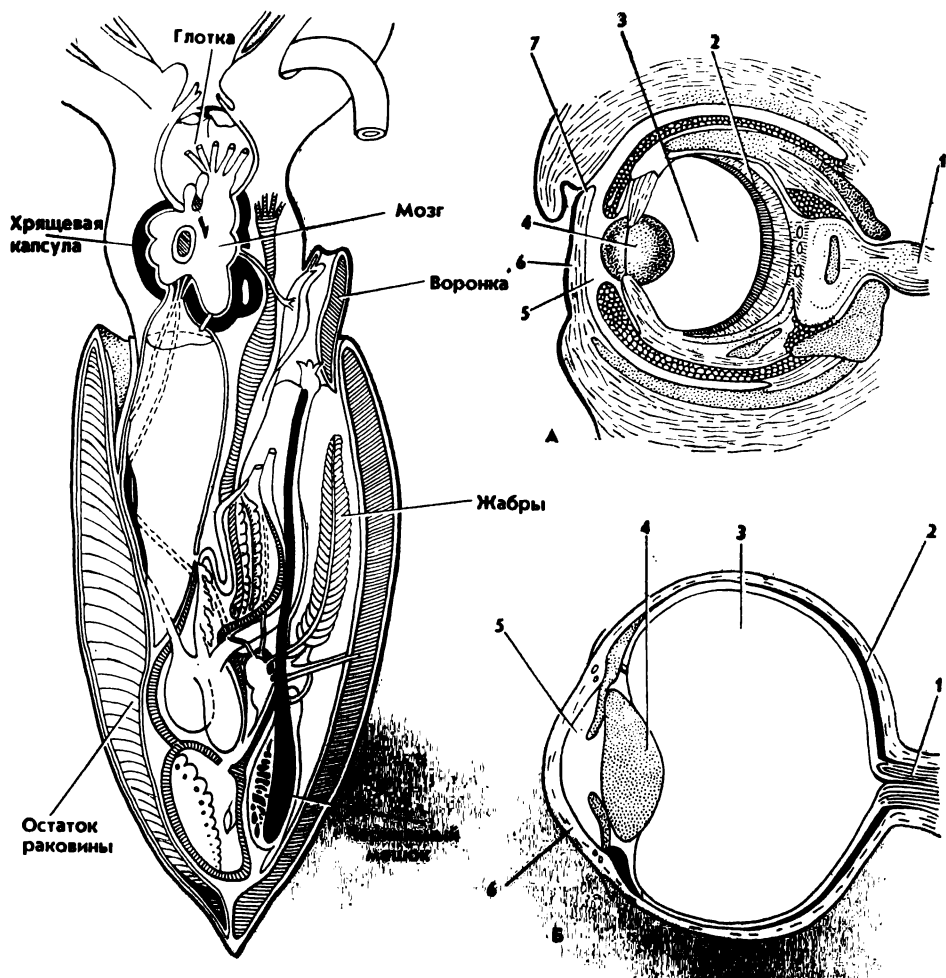


Рис. 154. Строение головоногих моллюсков:

слева — разрез через тело каракатицы; *справа* — глаз осьминога (А) и глаз человека (Б). Одинаковыми цифрами показаны аналогичные части

быстро, часа за четыре, переваривается. Анальное отверстие открывается, как у всех моллюсков, в мантийную полость (рис. 154).

Такой быстрый обмен нуждается в совершенной кровеносной системе. У всех моллюсков она незамкнутая: перед тем как собраться в вены, кровь изливается в лакуны — пространства между органами. При этом давление крови падает и пульсация сердца не обеспечивает высокой скорости кровотока. Потому улитки и ракушки медлительны. У головоногих система лакун сведена к минимуму, а в коже и мускулатуре развиваются настоящие капилляры — волосяные сосуды (см. гл. 1), соединяющие артерин,

гонящие кровь от сердца, и вены, направляющие ее в предсердия. Фактически кровеносная система у них замкнутая и обеспечивает быстрый кровоток. Мало этого, у них развиваются специальные сердца, нагнетающие кровь в сосуды жабр. Кровь у них голубая (от гемоцианина, содержащего медь). Нехватки кислорода, одышки они обычно не испытывают (при 22 °С частота биения сердец осьминога 40—50 ударов в минуту; сравните с нормальным пульсом — 70—80 у человека).

Самое удивительное у головоногих — нервная система. По типу это стандартные парные ганглии, как у всех моллюсков. Но они сближены, образуя единую нервную массу — самый настоящий мозг, да еще заключенный в хрящевую капсулу — череп. Любопытно, что через мозг проходит пищевод. Это неудивительно: ведь в основе мозга головоногих лежит окологлоточное нервное кольцо, как у кольчатых червей. Осьминоги быстро обучаются, надолго запоминают рефлексy, не хуже белых крыс. Глаза головоногих (у крупных кальмаров — размером с футбольный мяч) схожи с Человеческими не только по степени развития, но и по выражению.

У нас наводка глаза «на резкость» осуществляется изменением кривизны хрусталика, у головоногих — через удаление и приближение того же хрусталика к сетчатке (рис. 154), как в фотоаппарате.

Светочувствительные клетки помимо глаз у головоногих разбросаны по всей поверхности тела, в мышцах и даже в мозге. Отлично развиты у них также осязание, обоняние и вкус, причем пищу они «пробуют» присосками щупалец.

Многие осьминоги и каракатицы меняют цвет в зависимости от среды: осьминог, положенный на газету, за считанные секунды становится белым в черную полоску. Это достигается сжатием или растяжением специальных клеток под кожей под контролем нервной системы.

Особое приспособление головоногих — чернильная железа. Внезапно потревоженный осьминог, кальмар или каракатица выбрасывают из воронки ее выделения — черное или бурое (у каракатиц) облако, ставя дымовую завесу.

«Чернила» эти ядовиты и парализуют обонятельные нервы хищных рыб. В вечной темноте морских глубин некоторые каракатицы и кальмары вместо «чернил» выстреливают облако ярко светящихся симбиотических бактерий, ослепляющее врага. Есть у них и светящиеся органы — *фотофоры* разных цветов, способные включаться и выключаться.

Головоногие раздельнополы. Самцы обычно меньше самок, иногда карликовые. Для оплодотворения служит одно из щупалец — *гектокотиль*. Им самец достает из мантийной полости пакеты со спермой — *сперматофоры* и переносит в мантийную полость самки. Самка откладывает довольно крупные яйца, часто в специальную постройку из камней и раковин, и усердно охраняет гнездо, чтобы молодь не погибла, после того как выйдет из яиц. Осьминоги вообще любят строить настоящие дома с крышами из плоских плит камня и дверями, которые придерживают щупальцами.

Шесть видов древнейшего головоногого — жемчужного кораблика — наутилуса обитают на средних (до 350 м) глубинах западной части Тихого океана. Это единственный ныне живущий головоногий моллюск с наружной раковиной, спирально за-

крученной, довольно массивной, выложенной прекрасным перламутром. Раковина заполнена газом и служит поплавком. Регулируя давление, кораблик может погружаться и всплывать. У наутилуса четыре жабры, четыре предсердия и четыре почки, щупалец («ног») до 90, и они не имеют присосок. Глаза примитивные, без хрусталика.

Современные наутилусы — остатки процветавшей 500 млн. лет назад группы, почти вымершей 80 млн. лет назад. Еще более многочисленными были тогда аммониты (названные так в честь египетского бога Аммона), отличавшиеся от наутилусов сложным узорным швом между витками раковины. Их раковины достигали 3—5 м. Сейчас аммониты помогают геологам определять возраст горных пород.

Все другие ныне живущие головоногие наружной раковины не имеют, остатки ее спрятаны под мантией. У них одна пара жабр, два предсердия, два жаберных сердца и две почки, появляются чернильная железа и присоски на «руках» (рис. 155).

Хорошо известны каракатицы (около 100 видов), обитающие в теплых морях. У них десять «рук», две из них длиннее прочих. У осьминогов только восемь «рук» и мешковидное тело без плавников. Осьминоги — обычно донные животные, живущие в расщелинах скал и коралловых рифов. Каждый осьминог охраняет свой охотничий участок, атакуя пришельцев. Перед дракой они меряются щупальцами, прикладывая их друг к другу, меньший и слабейший уступает. Самый крупный осьминог Дофлейна, обитающий в наших дальневосточных морях, как исключение достигает 9,6 м в размахе «рук» (обычно до 3—5 м) и 272 кг массы. Слухи об опасности осьминогов сильно преувеличены, это осторожные животные.

Некоторые осьминоги перешли к жизни в толще воды и стали похожими на медуз. У них полупрозрачное студенистое тело.

Самка одного из них — аргонавта из выделений «рук» создает тончайшую, как пергамент, раковину, в которой вынашивает потомство. Она (с щупальцами) полуметровая, а самец крошечный (умещается на ногте большого пальца человека). Его половое щупальце — *гектокотиль* при оплодотворении отрывается и через воронку само заползает в мантийную полость самки (раньше его принимали за паразита). У близких родов самки или вынашивают яйца на «руках», или рожают уже живых личинок — осьминожков.

В отдельный отряд выделяют в ампироморф (вампириподобных) — глубоководных черных осьминогов, небольших (до 40 см), но устрашающего вида. Эти «вампиры» — как бы переходные формы между осьминогами и кальмарами. Кальмары — наиболее распространенные головоногие. У них 10 «рук», это прекрасные пловцы («живые ракеты» и «живые стрелы»). Плавают они не хуже рыб, обычно рыбами и питаются. Глубоководные кальмары — архитеутисы достигают 18 м в длину (из них 12 м длина «рук»). Они крайне редко поднимаются на поверхность моря и породили немало страшных морских легенд. Жюль Верн, описывая схватку команды «Наутилуса» с гигантскими головоногими, похоже, спутал архитеутисов с осьминогами. У этих громадин единственный, но смертельный враг — зубатый кит кашалот. Автор этих строк довелось наблюдать южнее острова Беринга, как кашалот вытаскил на поверхность гигантского кальмара. Он тряс его в зубах, как фокстерьер крысу, и проглотил за каких-нибудь 5 мин.

Для нас значительно важнее не эти гиганты, а средних размеров кальмары (до метра в длину). В отличие от осьминогов и большинства каракатиц они образуют огромные стаи. Сейчас вылов головоногих достигает почти 2 млн. т в год. Так как в пищу идет до 80% тела мол-

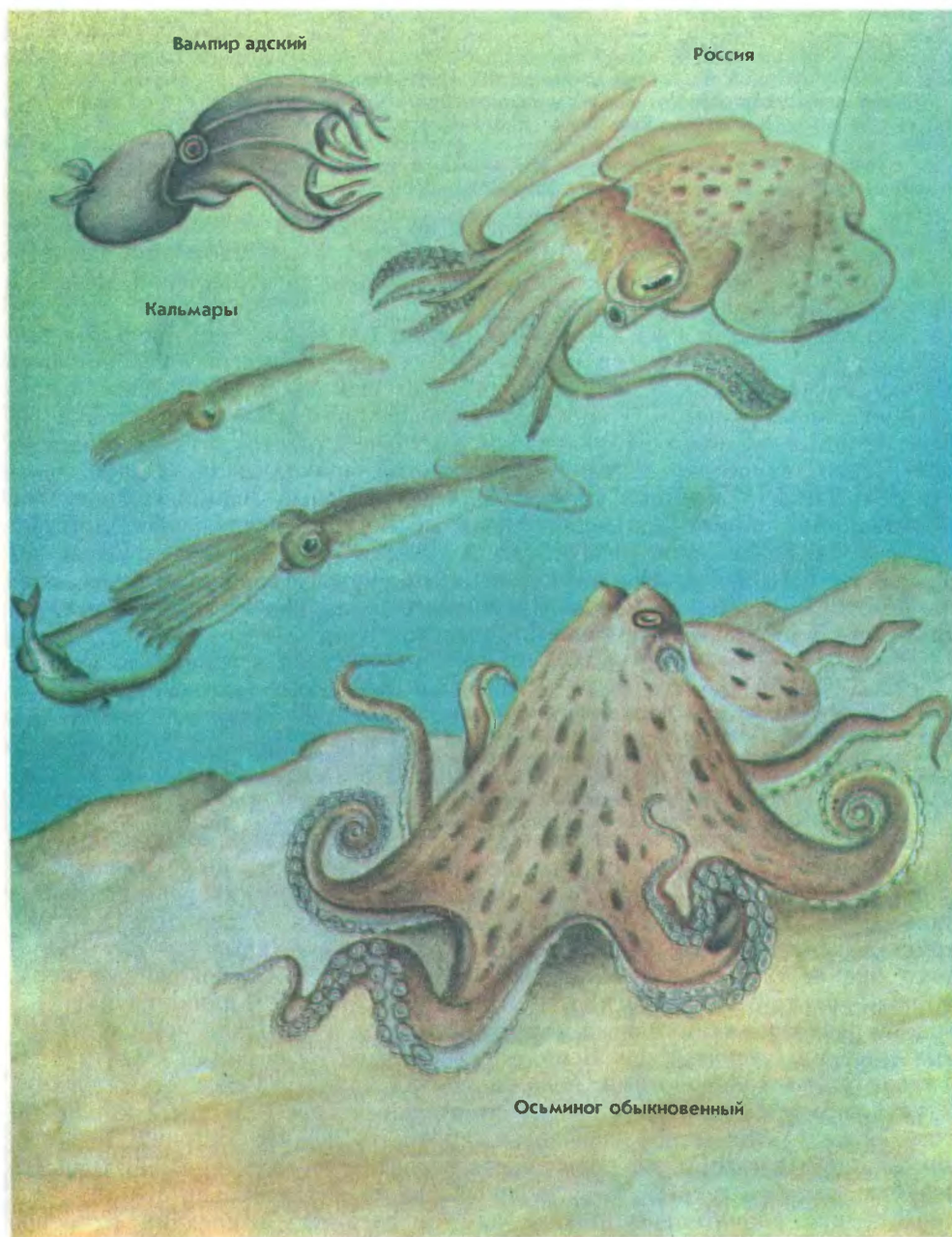


Рис. 155. Головоногие моллюски

люска, а пищевая ценность мускулистой мантии не уступает телятине, значение их, особенно для Японии, Кореи, Таиланда и других районов, огромно. Ловят их на блесны, яруса и тралями. Вылов головоногих, в первую очередь кальмаров, может быть значительно увеличен.

Вместе с аммонитами 70 млн. лет назад в морях процветали белемниты, внешне схожие с кальмарами, но еще имевшие внутреннюю известковую раковину. Острые концы этих раковин часто попадают в песках, отложенных в юрский и меловой периоды, и в народе именуются «чертовыми пальцами».

Насекомые и паукообразные на суше, ракообразные и моллюски в морях и пресной воде во многом определяют лик нашей планеты. Но на высшие, «командные» высоты процветали представители иной группы — вторичноротых животных, к которым принадлежит и человек.

ГЛАВА 13. НАШИ ОТДАЛЕННЫЕ РОДСТВЕННИКИ — ПЕРВЫЕ ВТОРИЧНОРОТЫЕ

Вторичноротые. Тип иглокожих. Тип погонофор. Тип полухордовых (кишечнодышащих и крыложаберных). Тип хордовых

ВТОРИЧНОРОТЫЕ

Вторичноротыми и представителей этой большой группы, объединяющей несколько типов, называют потому, что у большинства (но не у всех) ротовое отверстие возникает своеобразно. У всех рассмотренных нами ранее животных — от кишечнополостных до осьминогов — ротовое отверстие образуется на месте бластопора (личиночного рта), там, где однослойная стенка зародыша впячивается вовнутрь, образуя первичную кишку. У вторичноротых на этом месте возникает, наоборот, анальное отверстие, а рот прорывается заново. Пока никто не может сказать, почему предкам вторичноротых понадобилось столь оригинальное нововведение.

Более общий признак для них — способ образования вторичной полости тела, — *целома*. У кольчатых червей, членистоногих, моллюсков он образуется из скоплений клеток, прилегающих к кишечнику и превращающихся в целомические пузыри. У вторичноротых эти пузыри образуются непосредственно из выпячиваний кишечника личинки, которые затем от него отшнуровываются. Целомических мешков никогда не бывает много — только три пары.

Хотя взрослые представители вторичноротых очень разнообразны, личинки низших вторичноротых очень схожи и, как полагают, отражают строение исходного предка всей группы. Этот предок был двусторонне-симметричным животным со сквозным кишечником и тремя парами целомов, плавающий или ползающий по поверхности грунта с помощью полоски ресничек на брюшной стороне.

В зависимости от направления эволюции, которое избрали потомки, его строение сильно изменялось. Пожалуй, наиболее серьезные перестройки претерпели представители типа иглокожих.

ТИП ИГЛОКОЖИХ

Около 5 тыс. видов иглокожих обитают исключительно в морях. Произошли они от двусторонне-симметричного предка, но потом перешли к неподвижному, сидячему образу жизни и стали радиально-симметричными. Впоследствии подавляющее большинство сидячих вымерло. Оставшиеся в живых вторично выработали способность к передвижению, и у них снова стали появляться элементы двусторонней симметрии.

У большинства иглокожих под кожей развивается скелет из известковых пластинок с шипами (отсюда и название типа). Расположен он поверхностно и часто выступает наружу. Симметрия у них радиальная, как правило, 5-лучевая — от компактного тела отходят пять лучей. Ротовое отверстие в центре тела, анальное обычно на противоположной стороне.

Самая характерная особенность иглокожих — *амбулакральная система* (водно-сосудистая). Это кольцевой канал, окружающий пищевод (рис. 156), от которого отходят пять радиальных каналов в лучи. Радиальные каналы дают парные веточки к амбулакральным ножкам — тонким, сильно растяжимым трубочкам, снабженным с одной стороны присоской, с другой — пузырьком-ампулой. С внешней средой амбулакральная система соединяется через каменный канал (с обызвествленными стенками) и пористую мадрепоровую пластинку, названную так по сходству со скелетом кораллов — мадрепор. Поступающая в систему вода фильтруется через поры пластинки.

Подвижные иглокожие, присасываясь ножками, могут держаться за грунт и медленно передвигаться. У сидячих амбулакральная система — орган дыхания, через нее идет газообмен и выделение. Ведь специальных органов выделения (почек, нефридиев) у иглокожих нет. Кровеносная и

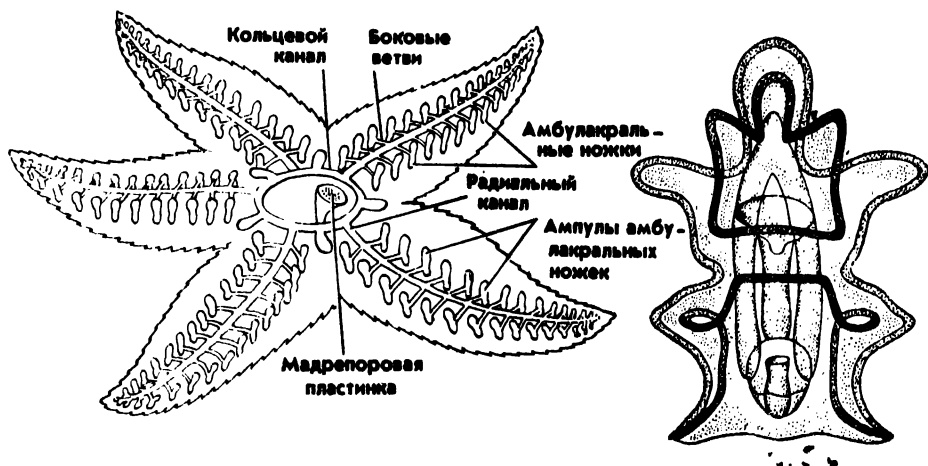


Рис. 156. Схема амбулакральной системы морской звезды:
справа — личинка морской звезды

дыхательная системы также развиты слабо. Нервная система примитивна и состоит из залегающих под кожей нервных тяжей, дающих ответвления в лучи, на верхней и нижней стороне.

Иглокожие раздельнополы, оплодотворение наружное, двусторонне-симметричная свободноплавающая личинка претерпевает сложный метаморфоз.

Опреснения иглокожие не переносят (в Балтийском море их всего три вида, в Черном — восемь). Зато в полносоленых морях они изобилуют и встречаются на всех широтах и до самых больших глубин.

Класс морских лилий

Представители класса морских лилий, самые древние из современных иглокожих, названы очень удачно. Они действительно похожи на изящные цветы, иногда ярко, великолепно окрашены в снежно-белый, желтый, оранжевый и алый цвета (рис. 157). Тело морской лилии состоит из чашечки, от которой отходят пять раздваивающихся «рук». Под кожей чашечки и «рук» развивается известковый скелет из сочлененных пластинок. Поэтому морские лилии легко ломаются, особенно их лучи, но они могут отрастать заново.

Древние морские лилии сидели на длинных стебельках, теперь стебельчатых видов осталось всего около 70 на больших глубинах (до 10 тыс. м). Большинство ныне живущих сидят на стебельках лишь первое время после прикрепления личинки, потом животное отделяется от стебелька. Некоторые бесстебельчатые лилии могут плавать, взмахивая лучами, но, проплыв 2—3 м, быстро устают. Стебелек современных морских лилий достигает 90 см, но среди ископаемых встречались гиганты длиной до 21 м.

Амбулакральная система морских лилий служит им для дыхания и выделения. Ножки, расположенные на лучах, захватывают мелкие пищевые частицы, которые потом, склеенные слизью, доставляются к ротовому отверстию с током воды, создаваемой ресничным эпителием. Кишечник лилий образует петлю, и анальное отверстие открывается на той же стороне, что и рот. Кровеносная система развита слабо, особых дыхательных и выделительных систем совсем нет. Весь обмен морской лилии идет через поверхность «рук» (лучей).

Морские лилии раздельнополы, оплодотворение наружное. Свободноплавающая личинка, сев на дно, становится похожей на вымершее иглокожее шаровика — цистоидею (цистоидная стадия). Затем у нее вырастают лучи и она становится уже настоящей стебельчатой лилией. Таких личинок раньше считали самостоятельными видами рода пентакринус (теперь стадию называют пентакринус). Затем стебельчатая лилия приобретает окончательный вид, а бесстебельчатая отрывается от стебелька и уходит в первое непродолжительное плавание. Врагов морские лилии почти не имеют, кроме мелких моллюсков и ракообразных, подгрызающих их мягкие ткани; практического значения тоже не имеют.

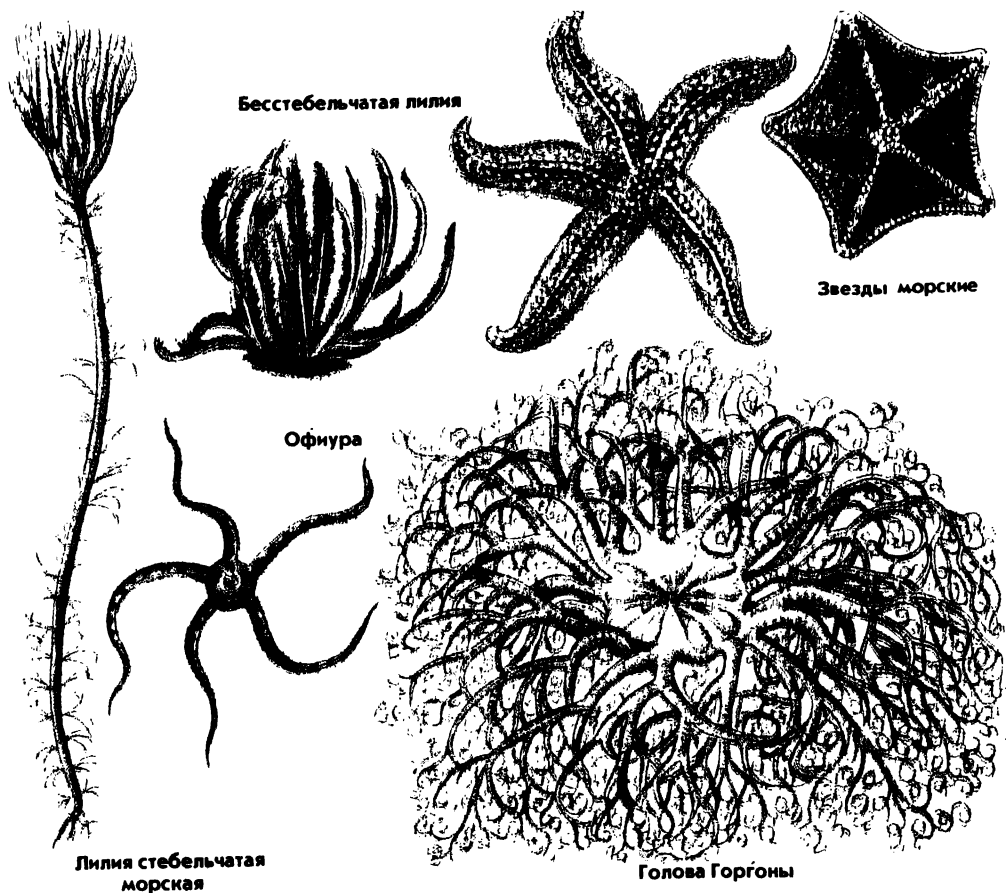
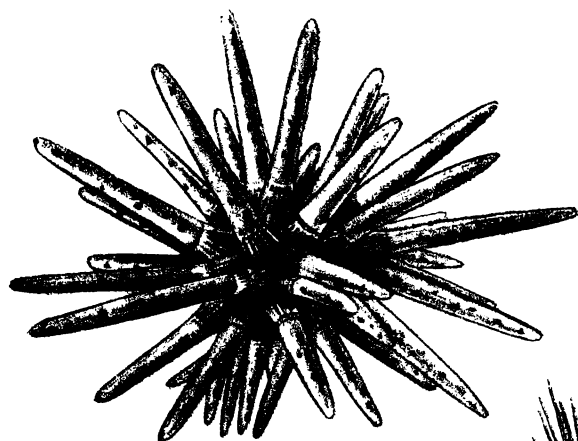


Рис. 157. Представители разных классов иглокожих.

Классы морских звезд и змеехвосток

Животные этих классов также названы по внешнему сходству. Тело их имеет вид звезды, обычно пятиконечной (иногда число лучей доходит до 50), реже правильного пятиугольника (см. рис. 157). Скелетные пластинки их сочленены подвижно связками и мускулами, амбулакральные ножки обычно развиты хорошо и служат для передвижения. Оторванный луч восстанавливается, более того, из каждого луча может вырасти новая звезда.

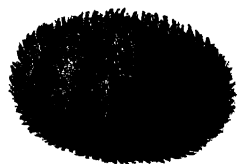
Морские звезды ползают, притягиваясь присосавшимися ножками, на ротовой стороне тела. Это обычно прожорливые хищники, питающиеся в основном моллюсками. Если добыча крупнее рта, звезда выворачивает наружу желудок, обволакивает им жертву и переваривает не глотая. Разм-



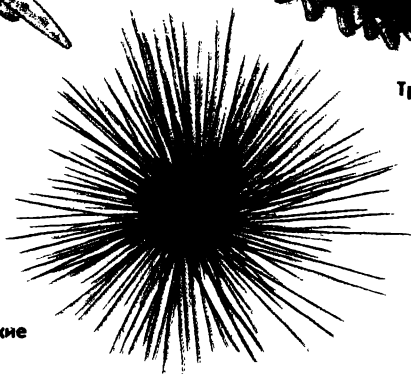
Кукумария



Трепанг



Ежи морские



ножаясь во множестве, морские звезды наносят большой урон поселениям устриц и иных съедобных моллюсков.

Как у многих других прожорливых животных, у звезд объемистая печень, дающая парные перистые ответвления в лучи.

У большинства звезд имеется свободноплавающая личинка, построенная по типу, общему для иглокожих. Однако многие имеют богатые желтком яйцеклетки, из которых выходят уже молодые звездочки. У некоторых яйца развиваются на теле матери, около рта и даже внутри желудка.

Морские звезды относительно редко поедаются другими животными из-за жесткого, похожего на кольчугу скелета и острых шипов. Некоторые довольно сильно ядовиты.

В отдельный класс выделяют змеехвосток, или офиуру. Произойшли они от каких-то древних морских звезд и сохранили 5-лучевую симметрию. Но лучи у них четко обособлены от диска, членистые и подвижные, напоминающие хвосты змей. С их помощью они бойко передвигаются. Питаются они мелкими морскими животными. Некоторые паразитируют на поверхности коралловых полипов — морских перьев.

У офиуры из рода горгоноцефалус (голова Горгоны) лучи многократно ветвятся, так что, когда они движутся, офиура действительно на-

поминает голову чудовища из древнегреческих мифов, у которого на голове вместо волос росли змеи (см. рис. 157). Мелкие и молодые офиуры часто служат пищей донным рыбам.

Класс морских ежей

У некоторых морских звезд из рода подосферастер лучи не развиваются; такая звезда выглядит шаром. Это как бы прообраз представителей другого класса иглокожих — морских ежей (800 видов). Тело морского ежа обычно шарообразно или яйцевидно, у некоторых видов сплюснуто или же имеет сердцевидную форму. Все оно, кроме каймы у ротового и анального отверстий, заключено в панцирь из сросшихся друг с другом пластинок, расположенных в 20 рядов по меридианам (см. рис. 157). Ротовое отверстие внизу, анальное — наверху. Амбулacrальные ножки выходят из отверстий пластин панциря, располагаясь пятью парными рядами.

Морские ежи всеядны, но в отличие от хищных морских звезд в основном питаются растительностью. Водоросли они соскребают с камней на дне пятью зубами сложного жевательного аппарата, получившего название *аристотелев фонарь* (с фонарем его сравнил Аристотель).

Ежами их называют не зря: панцирь их усажен иглами. Иглы эти подвижно сочленены со скелетными пластинками и могут двигаться при сокращении мышц у основания. Некоторые иглы снабжены на конце клещевидными зубчиками; их назначение — чистить поверхность ежа от частиц грунта, сора и мелких животных. Иные ежи могут перекатываться на иглах, как на ходулях. Но основное значение игл — защитное, как у наземного ежа и дикобраза. У других ежей, закапывающихся в песок, иглы очень мелкие: взятый в руку, такой еж кажется бархатным.

Некоторые ежи зубами аристотелева фонаря и подвижными иглами высверливают углубления-норки в коралловых рифах, скалах и даже стальных сваях (так наши предки, подсыпая песок, высверливали деревянными сверлами дырки в каменных топорах).

У большинства ежей личинка плавающая, имеет 12 длинных отростков («рук»), облегчающих парение в воде. Осевший на дно молодой еж становится похожим на маленькую морскую звезду и лишь потом приобретает окончательную форму.

Во многих странах крупные морские ежи стали объектом промысла, в пищу идет их икра. По вкусу она не уступает осетровой, хотя и отдает иодом; на Востоке ее считают целебной.

Класс голотурий

(морских кубышек, или морских огурцов)

У 1100 видов этого класса иглокожих скелет редуцировался до единичных элементов, сидящих под кожей. Поэтому форма их может меняться: обычно голотурия напоминает крупного (до 2 и даже до 5 м) червя, а потревоженная сжимается, становясь похожей на огурец. Если морские звезды и ежи лежат на дне ротовой стороной вниз, то голотурии лежат на боку

и, сохраняя многие черты радиальной симметрии, ползают, применяя амбулакральные ножки и червеобразные сокращения тела, ртом вперед (см. рис. 157). Вокруг рта у них венец из 8—30 щупалец, иногда древовидно разветвленных, которые развиваются из амбулакральных ножек. Сидя в расщелине грунта или зарывшись в ил, голотурия выставляет венец щупалец, на которые налипают мелкие пищевые частицы, которые она затем облизывает. Иные просто поглощают грунт, как дождевые черви.

Особенность голотурий — так называемые *кювьеровы органы* (названные так в честь натуралиста Кювье) — железы, выбрасывающие липкие выделения; впадают железы в задний отдел кишечника. Потревоженная голотурия, сокращаясь в огурцевидную форму, с силой выбрасывает их, отпугивая хищника. При этом порой выбрасываются и прочие внутренности — половые железы, часть кишечника. Все отброшенное быстро восстанавливается.

Вторая их особенность — *водные легкие* — разветвленные стволы, открывающиеся также близ анального отверстия. Растягивая их специальными мышцами, голотурия затягивает в них воду, а сокращая — выбрасывает ее обратно. Так идет газообмен: ведь жабр у голотурий нет (часть кислорода они получают через амбулакральную систему).

Голотурии обычно раздельнополы, оплодотворение наружное, пелагическая личинка (*аурикулярия*, т. е. ушастая) построена по обычному для иглокожих типу. Иногда развитие прямое, из крупных, богатых желтком яиц. Порой яйца развиваются в теле матери. Голотурии встречаются во всех полных соленых морях, вплоть до самых больших глубин.

Многие крупные голотурии съедобны и служат объектом значительного промысла. В пищу идет мускулистая стенка тела, содержащая свыше 80% белка; заготавливается варено-сушеной. Другие идут на кормовую муку.

В наших дальневосточных морях промысляют крупную (до 50 см) кукумарию (огуречницу, огурец по-латински «кукумис») и прославленного в восточной кухне трепанга. Трепанга собирают на дне водолазы; далее идет сложная обработка (чистка, варка, сушка). В результате получаются черные кусочки, сильно разбухающие, если их снова сварить или потушить. Они содержат помимо белка и жиров ценные биологически активные вещества, по заверениям китайской медицины, действующие как жень-шень.

Несмотря на изобилие в морях, иглокожие выглядят явным тупиком эволюции. Радиальная симметрия, выработанная в ту эпоху, когда их предки были сидячими, как стебельчатые морские лилии, стала «шлагбаумом» на пути их дальнейшего развития.

ТИП ПОГОНОФОР

По-гречески «погонофоры» значит «несущие бороду», «бородачи». Удивительна история открытия этого типа.

Все погонофоры — сидячие морские животные, предпочитающие глубины и холодные воды. Сидят они в тонких хитиновых трубках, погруженных в грунт, на переднем конце червеобразного тела имеют венец щупалец (от одного до нескольких тысяч) и внешне похожи на сидячих многощетинковых червей — полихет. Первого открытого в 1914 г. представителя к ним и отнесли. Через 20 лет П. В. Ушаков открыл еще одного

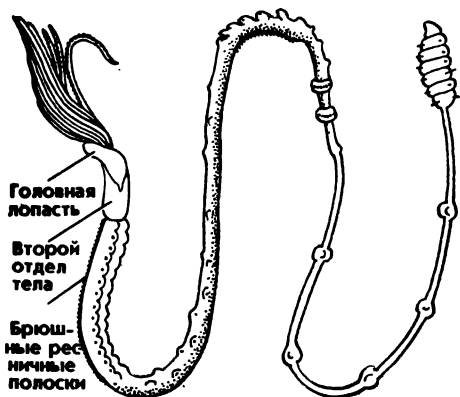


Рис. 158. Погонофора, извлеченная из трубки

Однако о месте нового типа в системе до сих пор ведутся споры.

Нитевидное тело погонофоры (рис. 158) состоит из головной лопасти, так называемой уздечки, собственно туловища и заднего конца, сегментированного и несущего щетинки. Этим концом животное, высываясь из нижнего отверстия трубчатого домика, закоривается в грунте.

Строение внутренних органов крайне примитивно. Кровеносная система складывается из спинного ствола, по которому кровь, содержащая гемоглобин, течет вперед, и брюшного, по которому она возвращается в сердце у основания щупалец. Сосуды идут и в щупальца. Есть скопление нервных клеток — «мозг», от которого идут нервные стволы в туловище и щупальца.

Но самая удивительная особенность погонофор — полное отсутствие пищеварительной системы. У них нет рта, кишечника и анального отверстия.

Одно время думали, что захват мелких пищевых частиц и переваривание осуществляются «бородой», т. е. щупальцами. Действительно, общая площадь щупалец очень велика, к тому же они усажены рядами тонких выростов-ворсинок, как стенки нашего кишечника. Но открытия последних лет показали, что дело сложнее.

В Тихом океане вблизи Галапагосских островов на большой глубине (2450 м) есть места, где морское дно раздвигается напором пород, поднимающихся из земных недр (рифт). Там бьют горячие источники, в которых вода не закипает лишь потому, что находится под большим давлением. Эта вода насыщена сероводородом. По краям рифта, где в воде уже есть кислород, но еще не окислен сероводород, раскинулись заросли гигантских погонофор — *рифтий*. Их длина достигает 1,5 м, толщина 4 см. Трехметровые снежно-белые трубки, увенчанные ярко-красными щупальцами, выглядят как заросли фантастических цветов (рис. 159).

Стенки туловищного целома рифтий превратились в особую губчатую ткань, пронизанную кровеносными сосудами. Этот орган называли *трофосомой* (питательным телом), в нем масса хемосинтезирующих бактерий, усваиваю-

представителя и тоже отнес к полихетам. Лишь в 1937 г. швед К. Йоганссон установил, что это все-таки не червь, и выделил новый класс — погонофор.

С 1949 г. русское экспедиционное судно «Витязь» выполнило немало рейсов в дальневосточных морях и Тихом океане. Нашлись в его материале и погонофоры, более 70 видов (теперь известно около 150). Благодаря этому А. В. Иванов в 1955 г. выделил их в новый тип. Оказалось, что распространены они очень широко. Их ранее просто не замечали.

Трубки погонофор нашли и в ископаемом состоянии, начиная с самых древних, кембрийских слоев.



Рис. 159. Глубоководная погонофора-рифтия

щих сероводород. Рифтии, в свою очередь, переваривают бактерий-симбионтов, обеспечивая себя пищей. Дополнительным источником питания может быть все, что смогут захватить и переварить щупальца.

Такие же хемосинтезирующие бактерии-симбионты обнаружены и в схожих трофосомах других погонофор. Ведь в морском иле мало кислорода, и распад органики там идет с выделением сероводорода.

ТИП ПОЛУХОРДОВЫХ (КИШЕЧНОДЫШАЩИХ И КРЫЛОЖАБЕРНЫХ)

У представителей этого типа появляется чрезвычайно характерное образование — *хорда* (от греч. «хорда» — струна, тетива, прямая, соединяющая две точки окружности) — опорный элемент, состоящий из эластичных клеток с большими вакуолями, внутренний осевой скелет животного. Полухордовые называются так потому, что хорда у них поддерживает не все туловище, а лишь передний конец его — хоботок.

В классе кишечнодышащих лишь около 75 видов червеобразных морских животных, роющих норки в песке и иле. Размеры их обычно 10—15 см, но есть и гиганты до 2,5 м (при толщине тела 2 см). Тело их разделяется на хоботок, воротничок и собственно туловище (рис. 160). Хоботок как раз поддерживается выростом кишечника — нотохордом, или хордой. Полость хоботка образована слившейся первой парой целомов: накачивая в нее воду, животное раздвигает раздувшимся хоботком частицы грунта и строит себе ход в песке или иле. Вторая пара целомов в воротничке, третья слагает полость туловища. Кишечнодышащие питаются, заглатывая грунт, как дождевые черви.

Кишечнодышащие получили свое название из-за того, что передняя часть их кишечника (глотка) прорезана двумя рядами многочисленных поперечных щелей, открывающихся в наружную среду. Стенки их изобилуют кровеносными сосудами. Это жабры. Жаберный аппарат, связанный с передней частью кишечника, характерен для хордовых не меньше, чем сама хорда. Поднимите, например, у карася или окуня жаберную крышку и просуньте палец между жабрами — он попадет в глотку. Есть жаберные щели и у человеческого зародыша, хотя они потом и зарастают: ведь жабры высшим животным, в том числе человеку, не нужны, ибо они дышат легкими.

Наличие зачатка хорды и жаберных щелей позволяет считать примитивных кишечнодышащих нашими родственниками. Это «почти хордовые».

Гораздо более близкие их родственники — маленькая (всего три современных рода) группа крыложаберных. Это сидячие морские животные, живущие в трубках из тонкого хитина, очень мелкие (до нескольких миллиметров). Лишь один род не строит трубок. Почкуясь, они образуют колонии, похожие на колонии гидроидных полипов, за которых их раньше и принимали. Тело их также делится на головной щит (гомолог хоботка), воротничок и туловище. От туловища отходит мускулистый стебелек, втягивающий потревоженное животное в трубку. Второе отличие — «руки» (от 1 до 8 пар) с перистыми щупальцами, которыми крыложаберные улавливают добычу — мелких планктонных животных, водоросли, органические частицы (см. рис. 160).

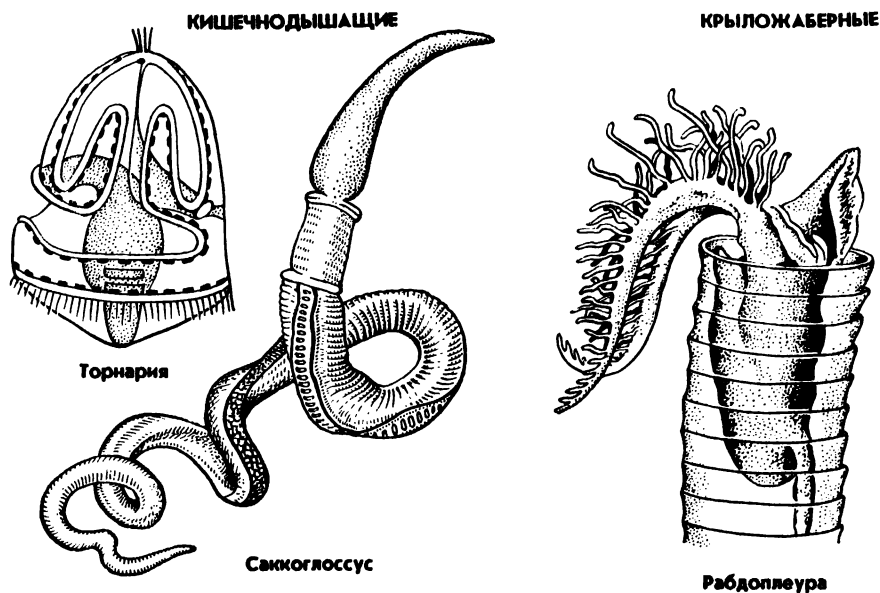


Рис. 160. Кишечнодышащие и крыложаберные

Личинка у кишечнодышащих очень похожа на личинок иглокожих, особенно голотурии. У крыложаберных она более упрощена, выглядит как планула кишечногополостных, но уже имеет трехраздельный целом.

250—550 млн. лет назад моря изобиловали колониями крыложаберных — граптолитов. Одни из них росли на дне, другие плавали у поверхности моря на пузырях, наполненных газом, как это делают современные кишечногополостные — сифонофоры. Граптолиты вымерли, но по их характерным трубчатым домикам до сих пор геологи определяют возраст горных пород.

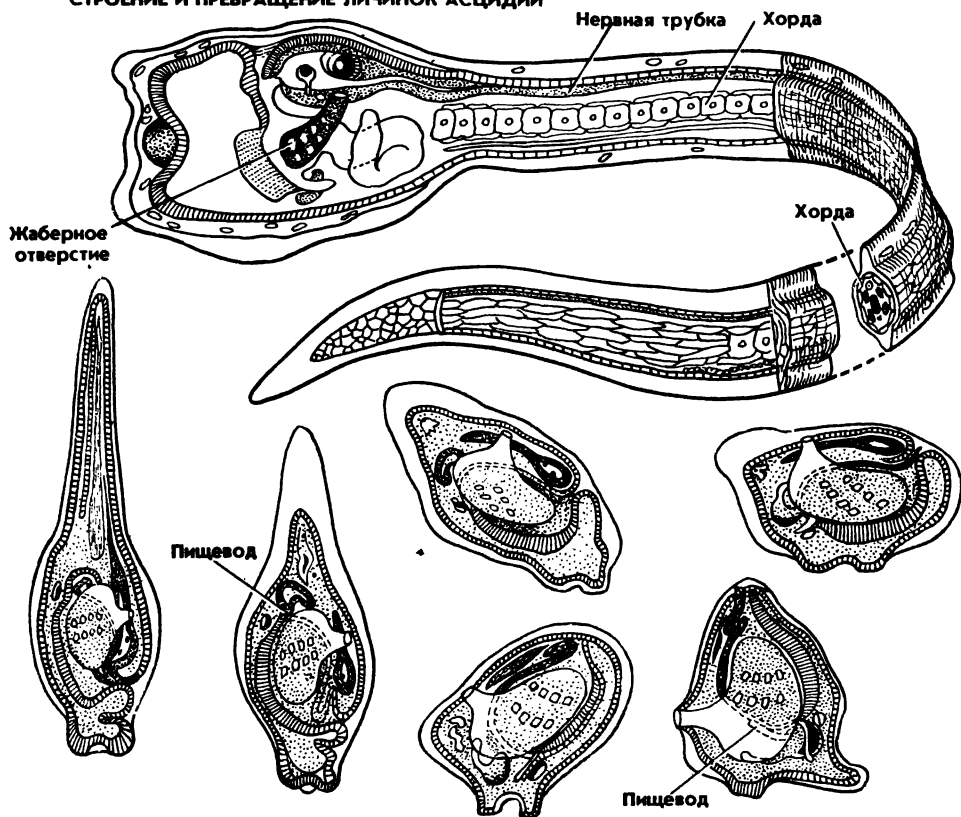
ТИП ХОРДОВЫХ

«Командные посты» в биосфере Земли занимают представители типа хордовых: рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие во главе с человеком.

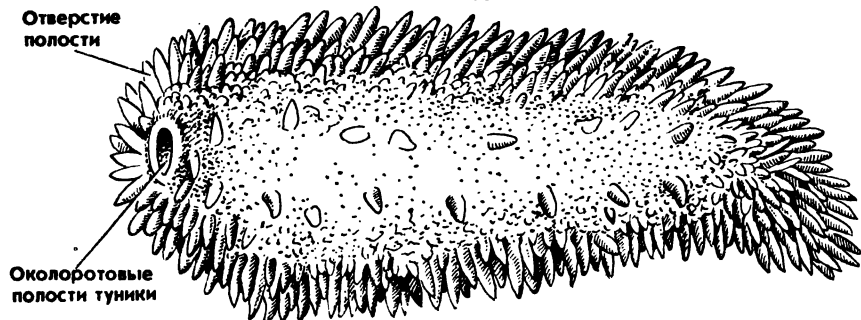
Для всех хордовых характерны следующие признаки:

1. Хорда (спинная струна) — ось внутреннего скелета, упругий гибкий стержень, состоящий из особых клеток, сильно вакуолизированных. У полухордовых, как вы помните, хорда зачаточная и поддерживает лишь хоботок. У хордовых она образуется из выпячивания спинной стороны кишечной трубки (из энтодермы) и тянется вдоль всего туловища, продолжаясь в хвостовой отдел (постанальный отдел туловища). У низших хордовых она сохраняется всю жизнь, у высших имеется лишь на ранних стадиях развития зародыша, вытесняясь затем более совершенным опорным элементом — позвоночным столбом, позвоночником.

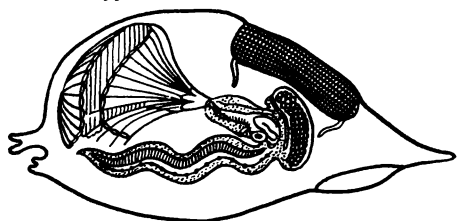
СТРОЕНИЕ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЛИЧИНОК АСЦИДИЙ



ВНЕШНИЙ ВИД КОЛОНИИ ПИРОСОМ



ДОМИК АППЕНДИКУЛЯРИЙ



СТРОЕНИЕ ОДИНОЧНОЙ АСЦИДИИ

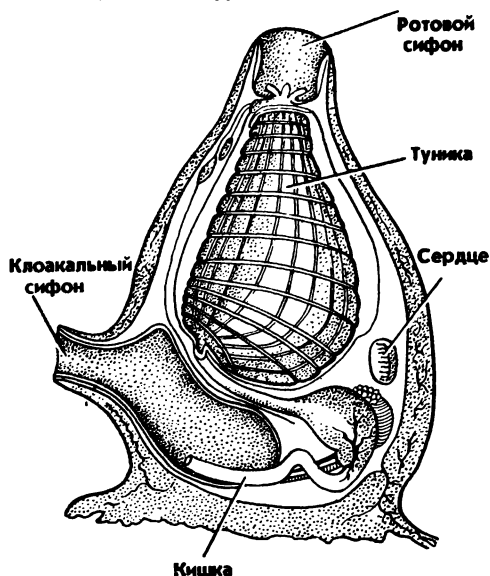


Рис. 161. Строение и развитие асцидии

2. Центральная нервная система (спинной и головной мозг, если последний имеется) проходит по спинной стороне, в отличие от брюшной нервной цепочки кольчатых червей и членистоногих. Она имеет трубчатое строение и образуется как впячивание спинной стороны зародыша (эктодермическое происхождение). Трубчатое строение сохраняется у всех; и у человека имеется спинномозговой канал, заполненный особой жидкостью.

3. У всех хордовых, по крайней мере на стадии зародыша, имеются жаберные щели — парные поперечные отверстия, прободающие стенку глотки. Это еще один признак, сближающий хордовых и полухордовых.

Начнем изучение этого типа с животных, взрослые особи которых и на хордовых-то не похожи.

ПОДТИП ЛИЧИНОЧНО-ХОРДОВЫХ (ОБОЛОЧНИКОВ)

Изучение представителей подтипа оболочников надо начать с личиночных стадий, тогда по крайней мере будет ясно, почему они занимают это место в системе.

Свободноплавающая личинка наиболее известных оболочников — асцидий внешне напоминает крошечного (0,5 мм) головастика (рис. 161). У нее длинный, мускулистый, сплюснутый с боков хвост, поддерживаемый хордой; спинной мозг; вокруг глотки образуется полость, прорезанная жаберными отверстиями. В общем типичное хордовое, но только в самом раннем возрасте. На переднем конце тела личинки имеются два выроста, которыми она прикрепляется к какому-нибудь твердому предмету на дне. Далее начинают

ся интересные превращения. Хвост и хорда рассасываются и исчезают, ротовое отверстие смещается вверх, личиночные органы чувств — глазок и орган равновесия, позволяющий различать, где верх, где низ, теряются, нервная система упрощается до одного узла.

Взрослая асцидия — прикрепленное, сидячее животное, от 1 мм до 40—50 см, похожее на двугорлую банку (см. рис. 161). Верхнее горло — ротовой сифон, через который асцидия втягивает воду с мелкими пищевыми частицами в рот, усаженный мелкими щупальцами, и далее — в объемистую глотку. Стенки глотки прободены жаберными щелями и образуют сложный дыхательный аппарат. По брюшной стороне глотки проходит желобок, усаженный ресничными клетками. Удары ресничек загоняют пищевые частицы в пищевод, и, склеенные слизью, они поступают в кишечник.

Кишка петлеобразна и открывается в клоаку — клоакальный сифон на боку туловища.

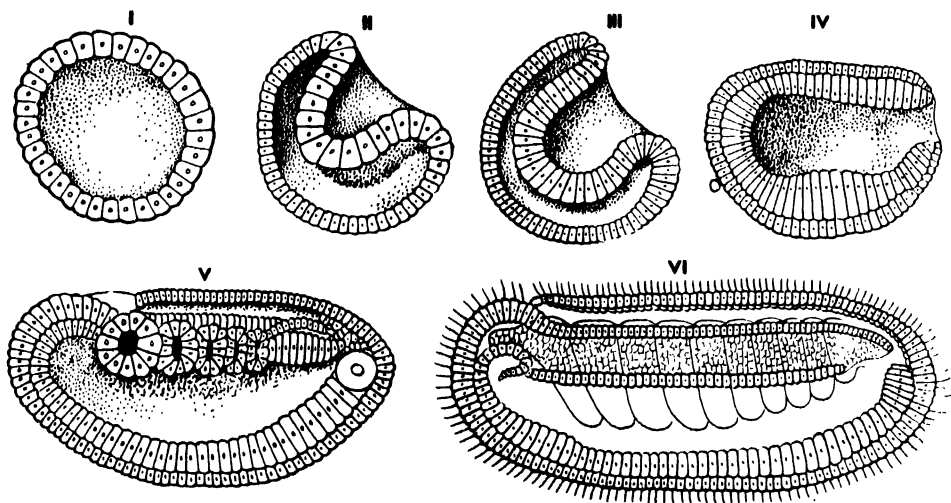
Тело асцидий одето толстой оболочкой — *туникой*, у донных видов часто раскрашенной в яркие оранжевые, красные, фиолетовые тона. Замечательно, что в состав ее входит клетчатка — целлюлоза, вещество, обычное в мире растений, но у животных к употреблению не принятое. Еще более удивительна кровеносная система. Она незамкнута, и расположенное на брюшной стороне трубчатое сердце качает кровь, кислую от серной кислоты и содержащую редкий металл — ванадий (до 0,65% от сухой массы тела). Всерьез предлагалось выращивать асцидий для добычи ванадия: ведь в местах с сильным течением их масса достигает 140 кг на 1 м². Выделительной системы у асцидий нет: продукты обмена скапливаются до смерти животного в особых клетках. Это не экскременты, а *инкременты*.

Асцидии — гермафродиты, но яйцеклетки и сперматозоиды развиваются в разное время, и самооплодотворения не происходит. Размножаются они и почкованием; многие виды образуют колонии.

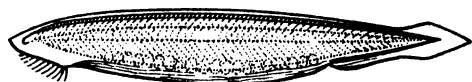
Некоторые колониальные асцидии стали свободноплавающими. Их туника содержит до 99% воды и стекловидно-прозрачна. Такие колонии напоминают рукавицы без большого пальца: сокращая стенки, они движутся по реактивному принципу. Их называют *пиросомами* или *огнетелками* за способность ярко светиться. Иногда они достигают гигантских размеров — до 4 и даже 20 м.

Другие пелагические, свободноплавающие оболочники колоний не образуют или образуют длинные цепочки. Это так называемые бочоночники и сальпы — совершенно прозрачные организмы в форме бочонка или огурца. Они также плавают по реактивному принципу, выбрасывая воду через выводной сифон; могут светиться, как огнетелки.

Последний класс оболочников — мелкие (0,5—7 мм, реже больше) аппендикулярии (придаточники). Они и во взрослом состоянии сохраняют черты личинки — длинный хвост с хордой. Аппендикулярии — это личинки оболочников, достигающие половозрелости. Они строят вокруг себя студенистые домики, в которых и плавают: работая хвостом, животное гонит воду из домика и движется в противоположном направлении. Домики эти крайне нежны и разваливаются от малейшего прикосновения. Я видел аппендикулярий много тысяч раз, а домики — только дважды. Питаются они мелкими пищевыми частицами, проходящими через тонкую решеточку



Внешний вид ланцетника



Нефрии ланцетника

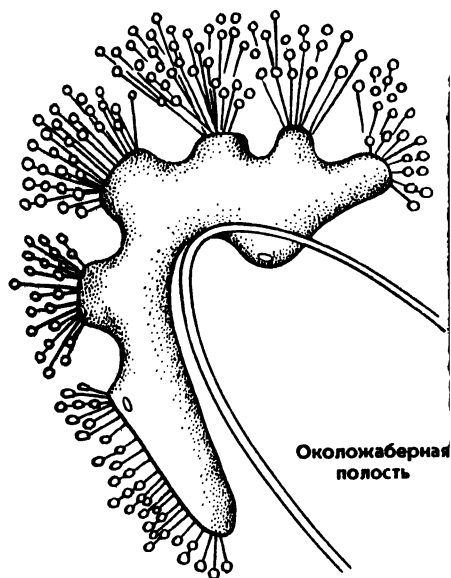


Рис. 162. Строение и развитие ланцетника:
 I — бластула; II — IV — развитие
 гастролы; V — возникновение хорды
 и нервной системы; VI — взрослая
 личинка

на переднем конце домика. Когда фильтр засорится, животное покидает домик и строит себе новый — 6—8 раз в сутки.

Оболочники — удивительные существа, но все их тонкие приспособления оказались неперспективными. Они «променяли» свое «хордовое первородство» на сидячий образ жизни, и все попытки вернуться к активному образу жизни особых успехов не принесли.

И хотя 1400 видов их широко распространены и вымирать не собираются (а некоторые асцидий, обрстая днища судов, наносят миллионные убытки), о них удачно сказано: это «неудавшийся опыт Природы, от дальнейшего совершенствования которого она отказалась».

ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫХ

Во многих морях земного шара (у нас — в Черном и Японском) на песчаных мелководьях обитают, порой в большом количестве, некрупные, до 80 мм, рыбообразные, полупрозрачные с розоватым отливом существа — ланцетники (рис. 162). Названы они так потому, что их хвостовой плавник похож по форме на ланцет — обоюдоострый медицинский инструмент. Описано около 30 видов ланцетников.

Ланцетник — типичное хордовое — от переднего до заднего конца тела у него протянута хорда в оболочке из бесклеточной опорной ткани. Плавает он, изгибаясь, как рыба, сокращая мышечные сегменты, и может закапываться хвостом вперед в песок. Спинной мозг тянется над хордой, не доходя до переднего ее конца. Головного мозга нет, как и черепа. Органы чувств примитивны — одна обонятельная ямка и светочувствительный пигментный глазок на переднем конце.

На переднем конце тела располагается смещенное на брюшную сторону предротовое отверстие, окаймленное венцом коротких щупалец (вспомните щупальца крыложаберных и погонофор, которые рот и кишечник потеряли, но щупальца сохранили).

В глубине предротовой воронки — рот, ведущий в глотку. Глотка, как и подобает водным хордовым, прободена многочисленными жаберными щелями (до 150 пар), но открываются они не наружу, а в особую околожаберную полость, соединяющуюся с наружной средой специальным отверстием. Это приспособление, чтобы жабры не забивались песком: у примитивных глубоководных ланцетников этой полости еще нет и щели смотрят наружу.

Кишечник имеет вид прямой трубки, от которой отходит вырост — печень.

У ланцетника, как и у других вышестоящих в системе хордовых, замкнутая кровеносная система. Его бесцветная кровь не покидает сосудов, не изливается в полости между органами. Имеется два главных сосуда — брюшная аорта, по которой кровь движется вперед, к жабрам, и спинная аорта. И хотя сердца у ланцетника нет, в общем кровеносная система близка к таковой у высших хордовых — позвоночных.

А вот выделительная система практически не отличается от нефридиев многощетинковых червей. Нефридиев много, около 100 пар, одним концом они завершаются клетками с мерцательным пламенем и смотрят в полость

тела, другим — открываются в околожаберную полость. Туда же выходят отверстия многочисленных (до 26 пар) половых желез. Мужские и женские половые клетки, выходя из околожаберной полости, сливаются. Оплодотворенная яйцеклетка развивается по классической схеме — бластула, гастрולה, возникновение целома. Личинка до трех месяцев ведет пелагический образ жизни, свободно плаывая в толще воды с помощью ресничек, покрывающих тело (см. рис. 162).

Там, где «живое ископаемое» — ланцетник — образует массовые скопления (в Восточно-Китайском море, у берегов Сицилии, у Неаполя), его промышляют, зачерпывая на мелководьях песок и промывая через сито. Мясо его содержит 70% белка и 2% жира и вполне приемлемо на вкус.

ПОДТИП ЧЕРЕПНЫХ, ИЛИ ПОЗВОНОЧНЫХ

Подтип черепных, или позвоночных, включает всех высших хордовых, в том числе и человека. Все его представители ведут активный образ жизни. Для такой жизни нужно высокое развитие нервной системы. Поэтому у них развивается головной мозг — из трех пузыревидных вздутий переднего конца нервной трубки, защищает его череп. Вначале у примитивных представителей и зародышей более высокоорганизованных череп хрящевой и состоит из черепной коробки и хрящевых же капсул, защищающих органы обоняния, зрения и слуха.

На органах чувств позвоночных следует особо остановиться. У всех у них имеются глаза с фокусирующей линзой — *хрусталиком*, дающим перевернутое изображение на сетчатке. У низших кое-где встречается третий глаз — *теменной орган*, обычно затянутый кожей и лишь различающий свет от темноты. Органы слуха у низших представлены только внутренним ухом, или перепончатым лабиринтом. Главная его часть — полукружные каналы, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях. Они заполнены жидкостью, в которой взвешены кристаллики CaCO_3 . Это и орган равновесия: смещаясь от звуковых колебаний и изменения положения тела, кристаллики раздражают чувствительные клетки, возбуждающие слуховой нерв. Органы обоняния у водных позвоночных — слепо заканчивающиеся обонятельные мешки, у наземных связаны с глоткой и служат еще и дыхательными путями. У водных имеются еще и кожные органы чувств — *органы боковой линии*. Они проходят под кожей по бокам тела и образуют сложную сеть на голове, воспринимающую малейшее колебание воды.

Комплекс высокоразвитых органов чувств подает сигналы на «компьютер» — головной мозг, а тот дает указания мышцам — убежать от врага или же с наибольшей экономией энергии преследовать добычу.

В дальнейшем черепная коробка разрастается, включая в себя капсулы органов чувств, покрывается накладными костями, а на нижней стороне к ней крепятся дуги *висцерального* («внутренностного») скелета, поддерживающие жабры.

Другое отличие представителей подтипа черепных отражено во втором их названии — позвоночные. Хорда у них замещается позвоночником, слагающимся сначала из хрящевых, а потом и костных позвонков. Низшие

позвоночные ее сохраняют всю жизнь, у высших от хорды остаются лишь упругие межпозвоночные диски, придающие позвоночному столбу прочность и упругость.

От каждого позвонка вверх и вниз отходят парные отростки — верхние и нижние дуги. Верхние дуги, смыкаясь концами, образуют канал, в котором располагается спинной мозг, к нижним в туловищной части прикрепляются ребра, а в хвостовой части они также смыкаются в канал, по которому проходят хвостовые артерии и вена.

У всех позвоночных кровеносная система замкнутая и имеется сердце — мускулистый орган, проталкивающий своими сокращениями кровь по сосудам. И еще одна особенность позвоночных: наружный, самый поверхностный покров тела — эпителий у них многослойный (у ланцетника он еще однослойный, как у беспозвоночных). Это признаки, общие для всех позвоночных.

Класс круглоротых (бесчелюстных, мешкожаберных)

Класс круглоротых небольшой, в него входят самые примитивные позвоночные — миноги и миксины. **Миноги** (рис. 163) — рыбообразные, похожие на угрей существа, обитающие в морях и реках (но размножающиеся только в пресной воде). Их около 30 видов. Примитивность их затрагивает все органы. Осевого скелет слагается хордой и хрящевыми зачатками позвонков, череп также хрящевой, обонятельные и слуховые капсулы не сливаются с черепной коробкой. У миног нет челюстей — рот воронкообразный с роговыми зубами, работающий как присоска. Миноги — паразиты, они присасываются к рыбам и питаются их кровью.

Жабры миног мешковидные, открываются они одним концом наружу и поддерживаются ажурным хрящевым скелетом. Развиваются из энтодермы и лежат в жаберной полости — ответвлении глотки. У миног нет и парных плав-

ников, характерных для рыб, — только непарные спинной и хвостовой плавники. Мозг очень примитивен, имеются теменной орган и глаза. В органе слуха только два полукружных канала, орган обоняния непарный, с одной ноздрей.

Кровеносная система включает сердце, состоящее из *венозной пазухи*, одного предсердия и одного желудочка. Из желудочка кровь поступает по брюшной аорте в жабры, откуда выносящими жаберными артериями идет в наджаберные сосуды. Из них окисленная кровь *сонными артериями* поступает в головной отдел, а главный ток — в спинную аорту под хордой, от этой аорты отходят ветви

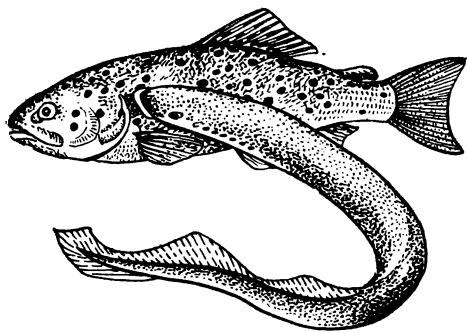


Рис. 163. Минога, присосавшаяся к ручьевой форели

ко всем органам. Органы выделения — *мезонефрос* (средняя почка) — имеют вид парных лентовидных тел, тянущихся в полости тела до заднепроходного отверстия и мочеточника, открываются в мочеполовое отверстие. Туда же выводятся сперматозоиды у самцов и яйцеклетки у самок — через прорыв стенок непарной половой железы в полость тела.

Нерестятся миноги в реках с быстрым течением и галечниковым дном. Самец строит гнездо для икры, присасываясь к галькам и оттаскивая их в сторону. Потом к нему присоединяется самка. После нереста родители погибают.

Личинки миног — *пескоройки* — ведут жизнь, похожую на жизнь ланцетника, только закапываются в ил не хвостом, а головой. Личиночная стадия длится несколько лет; затем молодая минога претерпевает сложный метаморфоз, у нее развивается ротовая воронка, и она переходит на паразитический образ жизни. Миноги скатываются в море, где живут несколько лет и достигают 100 см в длину, прежде чем вернуться на место своей родины и будущей могилы. Но многие остаются в реках, ручьях и озерах всю жизнь.

Высасывая кровь у рыб, в том числе таких ценных, как лососи, осетры, миноги приносят существенный вред. Но сами они вкусны, особенно в жарено-маринованном виде, и служат в Прибалтике объектом промысла.

Морские родственники миног — *миксин*ы более приспособлены к паразитизму. Рот у них также вооружен роговыми зубами, которыми миксина просверливает стенку тела рыбы и выедает ее внутренности. Особенно они любят нападать на рыб, попавших в сети.

Развитие у миксин прямое, без стадии личинки, самка откладывает крупные яйца в роговых капсулах. Пресных вод они не приемлют, у нас иногда встречаются в Баренцевом море.

Современные круглоротые — остатки некогда процветавшей группы, сохранившиеся до наших дней из-за своей узкой специализации — приспособления к паразитизму. Многие древние бесчелюстные имели тяжелый костный панцирь, покрывавший переднюю часть тела и защищавший их от хищников вроде ракоскорпионов. Но конкуренции с водными челюстными — рыбами они не выдержали, большая часть их вымерла, а остатки вытеснены на узкую «профессию» паразита.

ГЛАВА 14. РЫБЫ — ЖИТЕЛИ ВОДЫ

Тип хордовых. Надкласс челюстноротых. Класс хрящевых рыб (акулы, скаты, химеры). Класс костных рыб. Костистые рыбы

ТИП ХОРДОВЫХ

Надкласс челюстноротых (или челюстеротых)

Почти все (99,8%) хордовые относятся к надклассу челюстноротых. Это рыбы, которых сейчас разделяют на несколько классов, земноводные (амфибии), пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие.

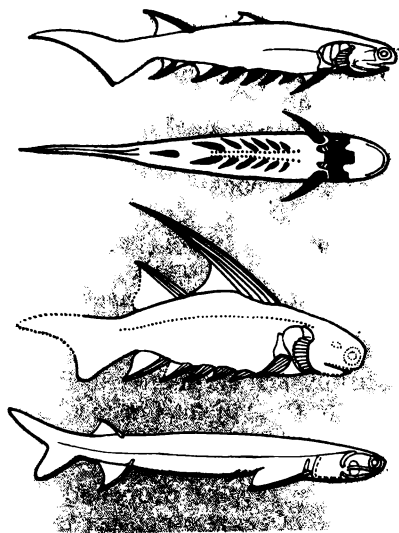


Рис. 164. Разнообразные акантодовые рыбы (вымершие группы), по-видимому, бывшие предками для всех прочих рыб

Самый важный признак представителей надкласса отражен в их названии. Жабры низших представителей развиваются в основном из эктодермы, их лепестки, пронизанные сетью кровеносных сосудов, прикрепляются к жаберным дугам. Хрящевые жаберные дуги поддерживают жаберные щели, охватывая переднюю часть глотки. У высших жабры заменяются легкими!

Основное достижение челюстноротых то, что первые дуги (первая и третья) превратились в ротовой хватательный аппарат: первая в челюсть, третья в так называемую *гиоидную* (подъязычную) дугу, которая скрепляет висцеральный скелет с черепом. У вымерших уже представителей акантодий («колючников») вторая дуга еще несла жабры, у более высокоорганизованных эта щель превращается в маленькое отверстие — *брызгальце*, впоследствии совсем исчезающее (рис. 164).

Наличие челюстей, обретших зубы, существенно расширило возможность надкласса челюстноротых. Появились хищники, способные захватить крупную добычу. Это, в свою очередь, ускорило обмен веществ, эволюция пошла быстро. Но возрастающий аппетит нельзя было удовлетворить без развития двигательных систем, органов чувств, нервной системы.

Первые челюстноротые обзавелись парными — грудными и брюшными плавниками, которые служили рулями. Из них впоследствии развились передний и задний (плечевой и тазовый) пояса конечностей и передние и задние ноги наземных животных. У птиц и летучих мышей передняя пара ног превратилась в крылья, а у человека — в руки.

Парные плавники развились из боковых складок тела, поддерживаемых оскостеневшими колючками. Таких складок у акантодий было больше двух пар.

Хватательные челюсти и парные конечности — залог дальнейшего развития челюстноротых, и они использовали их полностью.

В этом надклассе идет дальнейшее усовершенствование нервной системы и органов чувств. Черепная коробка срастается со слуховыми и обонятельными капсулами. Средняя часть мозга образует изгиб, чтобы компактно уложиться в коробке. У внутреннего уха уже три полукружных канала.

Хорда у примитивных форм еще остается, но уже имеются позвонки, сначала хрящевые, потом обызвествленные, у высших — костные. Верхние дуги позвонков образуют канал для спинного мозга, к нижним в грудной части прилегают *ребра*, защищающие грудную полость.

Пищеварительная система в норме состоит из глотки. Глотка ведет в пищевод и далее в желудок. Желудок открывается в кишечник, который подразделяется на тонкую и толстую кишки. Анальное отверстие вместе с мочеполовым часто открывается в *клоаку*. У низших рыб нередко в толстой кишке имеется складка, описывающая по внутренней поверхности спираль, — *спиральный клапан*, увеличивающий всасывательную поверхность. Он впервые появляется у миног. Хорошо развиты пищеварительные железы: поджелудочная и печень.

Кровеносная система замкнутая. Сердце состоит в норме из венозной пазухи, предсердия, желудочка и артериального конуса. У рыб сердце содержит только венозную кровь, собранную венами со всего тела, отдавшую кислород и насыщенную углекислым газом. Из конуса по брюшной аорте кровь идет в жаберные артерии, а из жабр — по всему телу (рис. 165). У высших рыб конус исчезает.

Выделительная система рыб, как и миног, представлена средней почкой —

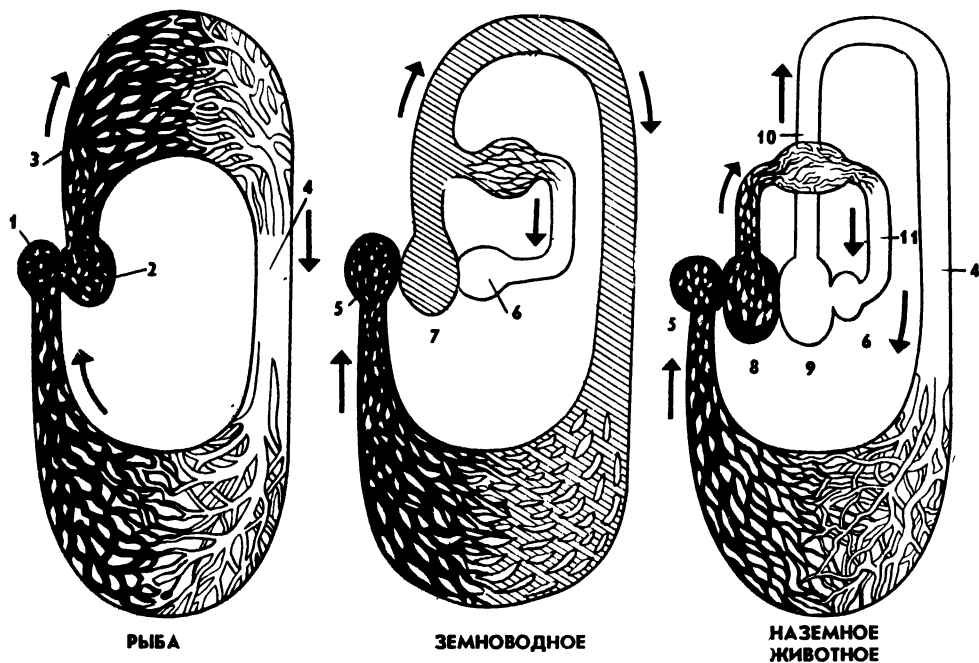


Рис. 165. Схема кровообращения позвоночных животных (темным цветом показана кровь):

1 — предсердие; 2 — желудочек; 3 — брюшная аорта (к жабрам), 4 — спинная аорта; 5 — левое предсердие; 6 — правое предсердие; 7 — общий желудочек для смешанной крови; 8, 9 — правый и левый желудочки; 10, 11 — легочные артерия и вена

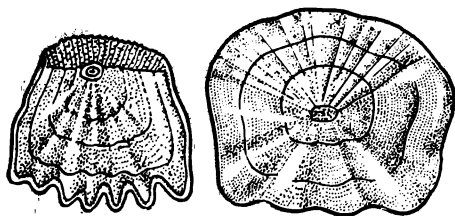


Рис. 166. Чешуи костных рыб:
слева — ктеноидная (окуня);
справа — циклоидная (карпа)

точник питательных веществ. Личинки рыб после выклева из икринки могут еще долго таскать с собой желточный пузырь.

Последнее приобретение челюстноротых — защитные структуры покровов тела: чешуя, у самых примитивных — *плакоидная* — из костных пластинок, покрытых зубной эмалью, или *ганоидная*, покрытая эмалеподобным веществом — *ганоином*. У высших рыб чешуя упрощается до тонких ровных (*циклоидных*) или зазубренных (*ктеноидных*) костных пластинок (рис. 166). У наземных челюстноротых из тех же зачатков развиваются роговые чешуи пресмыкающихся, перья птиц и волосы человека.

Рассмотрим основные группы первичноводных челюстноротых — рыб. Их очень много (более 20 тыс. видов).

Класс хрящевых рыб (акулы, скаты, химеры)

Хотя класс хрящевых рыб не из самых больших (менее 800 ныне живущих видов), однако он хорошо известен. В этот класс объединяются рыбы с хрящевым, иногда частично обызвествленным, но не с окостеневшим скелетом. У них нет кожных костей, чешуя плакоидная, с зубовидными шипиками, из тех же зачатков на челюстях образуются зубы.

Хрящевые рыбы имеют 5—7 жаберных щелей с каждой стороны и хорошо развитые брызгальца, расположенные за глазами. В сердце у них имеется артериальный конус, в кишечнике — спиральный клапан. Оплодотворение внутреннее с помощью парных органов — *птеригоподиев* — видоизмененных задних частей брюшного плавника у самцов. Самки откладывают крупные яйца в роговой оболочке или рожают живых крупных акул и скатов.

В надотряд акул входят крупные и средних размеров рыбы, обычно с удлинненным торпедообразным телом. Жаберные щели на боках головы, зубной аппарат очень мощный. Опасны для человека лишь немногие виды: тигровая акула, мако и, в первую очередь, белая акула-людоед (до 8 м в длину), реже другие виды. Больше всего жертв в тропической зоне. Однако самые крупные, гигантская (до 15 м) и китовая (до 20 м), питаются мелкими планктонными организмами, сцеживая воду сквозь жабры;

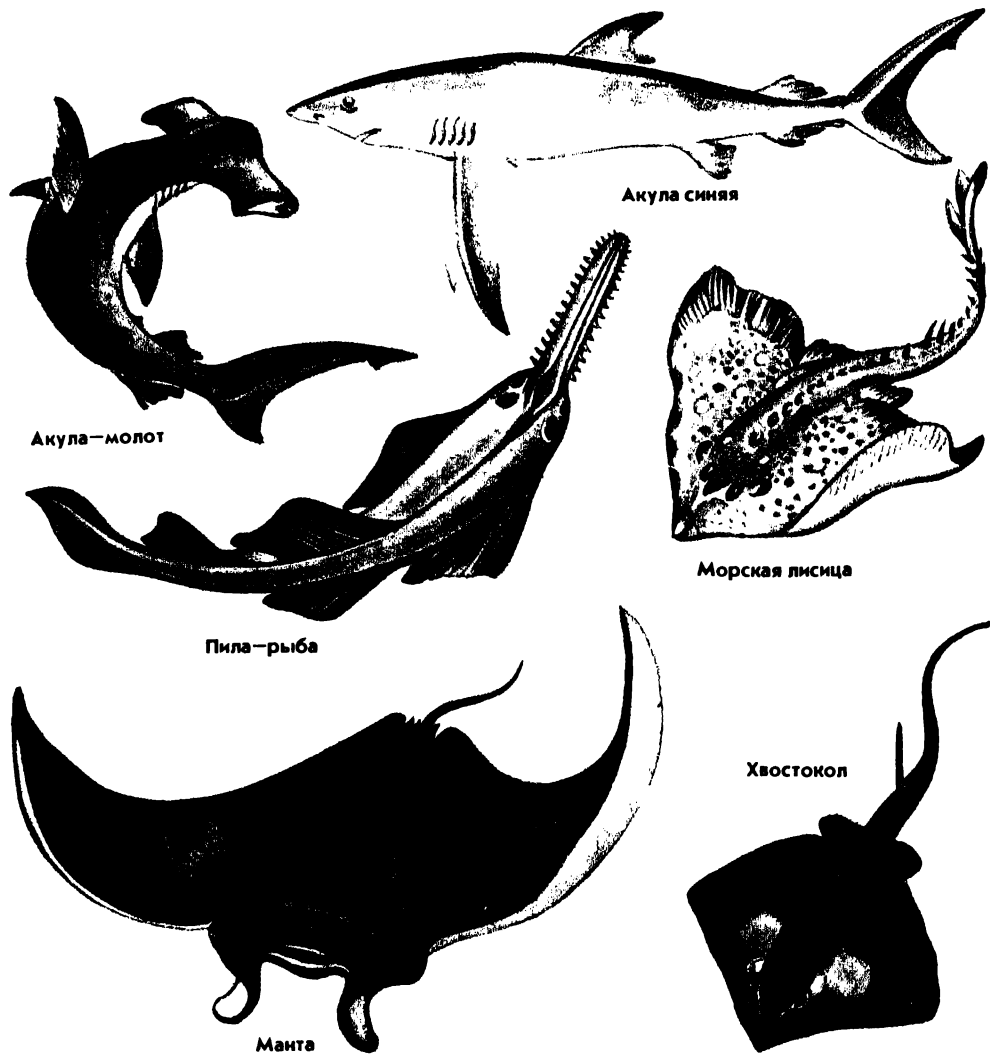


Рис. 167 Хрящевые рыбы

они опасности не представляют. Другие питаются рыбой и всем, что хотя бы отдаленно напоминает съедобное, поэтому часто сопровождают корабли, питаясь отбросами. Разнообразие акул показано на рисунке 167.

Представителей ряда видов промышляют на удочки и яруса, в основном из-за шкур, идущих на замшу, и богатой жиром печени. Кровь акул насыщена мочевиной, поэтому мясо их неприятно пахнет, но в вымоченном виде считается вкусным, к тому же в нем нет костей. У нас в Черном и Японском морях промышляют акулу-катрана (обычно до 1 м в длину), с колючими

шипам перед спинными плавниками (у нее мясо не пахнет аммиаком).

Все акулы — морские жители, в пресные воды в тропики заходят лишь единичные представители. Один вид, впрочем, насовсем поселился в озере Никарагуа.

Скаты похожи на акул, но их тело уплощено в спинно-брюшном направлении (см. рис. 167). Это обычно донные рыбы. Жаберные щели у них переместились на брюшную сторону, поэтому воду для дыхания они набирают через брызгальца, чтобы не засорять жабры песком. Пилорылые скаты (рыбы-пилы) вторично приобрели акуловидную форму, но жабры их остались на нижней поверхности головы. Как и акулы, скаты могут быть яйцекладущими и яйцеживородящими.

Скаты питаются донными организмами и рыбой. Во многих местах их промысляют и считают очень вкусными. У скатов-хвостоколов у основания хвоста сверху имеется длинная кинжаловидная игла (до 33—37 см), нередко зазубренная, с бороздкой, выделяющей яд. Ударом хвоста хвостокол может проколоть кожаный сапог. Уколы тропических скатов порой приводят к смерти. На островах Океании в старину из этих игл делали наконечники копий. Крупный, до 2,5 м в длину, хвостокол (морской кот) обитает в Черном море, есть они и в Южном Приморье. В тропиках, в Южной и Центральной Америке, хвостоколы живут и в реках.

Электрические скаты имеют по бокам тела электрические органы — видоизмененные мышцы, генерирующие разряд до 220 В. Ударом тока скат убивает добычу, обычно мелких рыб, и может оглушить прикоснувшегося к нему человека. Обитают они в теплых водах, доходя до Средиземного моря.

Некоторые скаты оторвались от дна и перешли к жизни в толще воды, питаясь мелкой стайной рыбой. Таковы скаты-орляки, мобылы и манты (морские дьяволы). Манты — самые крупные скаты, ширина диска достигает 6,6 м, а масса 2 т. Они не плавают, а, скорее, летают, взмахивая грудными плавниками, как птицы крыльями, порой выпрыгивая из воды. Манты рожают крупных детенышей, которых в яйцеводах мать долго вскармливает питательной жидкостью.

Маленькую (около 30 видов) группу химер порой выделяют в отдельный класс. Это хрящевые рыбы, но у них нет клоаки и брызгалец, жаберные щели прикрыты, как у высших рыб, крышкой — выростом кожи, а верхняя челюсть срастается с мозговой коробкой. Это морские глубоководные рыбы, питающиеся в основном моллюсками, которых они разгрызают своими уплощенными зубами.

Класс костных рыб

Костные рыбы — промежуточные формы. Это самый большой класс рыб (свыше 20 тыс. видов). В скелете у них появляется костная ткань (а не обызвествленный хрящ), образованная костеобразующими клетками. Жабры у них покрыты жаберными крышками, укрепленными костным скелетом, вместо плакоидной чешуи акул имеется костная. Еще одно нововведение — у костных рыб появляется плавательный пузырь — выпячивание спинной поверхности кишечника. Он значительно снижает удельную плотность тела и экономит силы рыбы. (Беспузырные акулы вынуждены все время подраба-

тывать плавниками, чтобы не утонуть, хотя плотность их тела отчасти снижает огромная, богатая жиром печень.)

Между хрящевыми и костными рыбами располагаются небольшие группы — остатки некогда изобильных видами отрядов с промежуточными признаками. Наиболее известны хрящевые ганоиды (порой выделяемые в отдельный класс). У хрящевых ганоидов тело голое, лишь с пятью рядами костных пластинок (жучек) и ганоидной чешуей на хвосте. Скелет в основном хрящевой, тела позвонков не развиваются (по этому признаку они примитивнее акул), хорошо развита хорда. Артериальный конус в сердце и спиральный клапан в кишечнике — тоже примитивные признаки. Однако сильно развиты накладные кости к крышке черепа. Это проходные и пресноводные рыбы Северного полушария.

Из осетровых упомянем самых крупных — белугу (до 1,5 м) бассейнов Каспия и Черного моря и жителяницу Амура калугу (рис. 168). Род осетров включает 16 видов (у нас восемь: балтийский, сахалинский, амурский, сибирский и русский осетры, шип, севрюга и стерлядь). Все они чрезвычайно ценные промысловые рыбы, но перелов, загрязнение рек и плотины, перегородившие им пути к нерестилищам, привели к значительному их уничтожению.

Есть осетры и в реках Северной Америки. Из других хрящевых ганоидов замечательны лопатоносы с длинным хвостовым стеблем (два вида водятся в бассейне Миссисипи). Близкий род (лжелопатоносы) обитает в Амударье и Сырдарье. Еще удивительнее веслоносы (см. рис. 168) — один вид из них обитает в Северной Америке, другой — в Китае, в реке Янцзы. Это живые свидетели тех времен, когда Северная Америка и Евразия объединялись в один материк — Лавразию, а Атлантического океана не было.

Хрящевых ганоидов можно назвать «уже не хрящевыми рыбами». Вторую группу — костных ганоидов следовало бы называть «еще не костными рыбами». Из этой некогда широко распространенной группы ныне сохранились лишь два представителя: панцирная щука и амия, или ильная рыба, обитающая в Северной и Центральной Америке.

Панцирная щука (она же кайманова) действительно похожа на щуку и ведет сходный образ жизни, выскакивая из зарослей водных трав на жертву. Но тело ее покрыто панцирем из очень прочных ганоидных чешуй, от которого отскакивает гарпун. Позвоночник панцирников уже полностью окостенел, есть ячеистый плавательный пузырь, артериальный конус, а в кишечнике — спиральный клапан. Эти щуки, не довольствуясь жаберным дыханием, летом, в жару, поднимаются к поверхности и заглатывают воздух. Достигают они 3—4 м в длину и 150 кг массы.

У амии (она же ильная рыба) чешуи уже потеряли слой ганоина, но есть остатки спирального клапана. Ячеистый плавательный пузырь также работает как дополнительный орган дыхания — «легкое», поэтому амия может жить в озерах с дефицитом кислорода. Самец строит на мелководье гнездо и охраняет икру. Амия уничтожает много молодежи ценных рыб и в США считается вредной.

Интересный представитель — африканский многопер (2 рода, 11 видов). У многоперов удивительное тело, покрытое ганоидными чешуями,

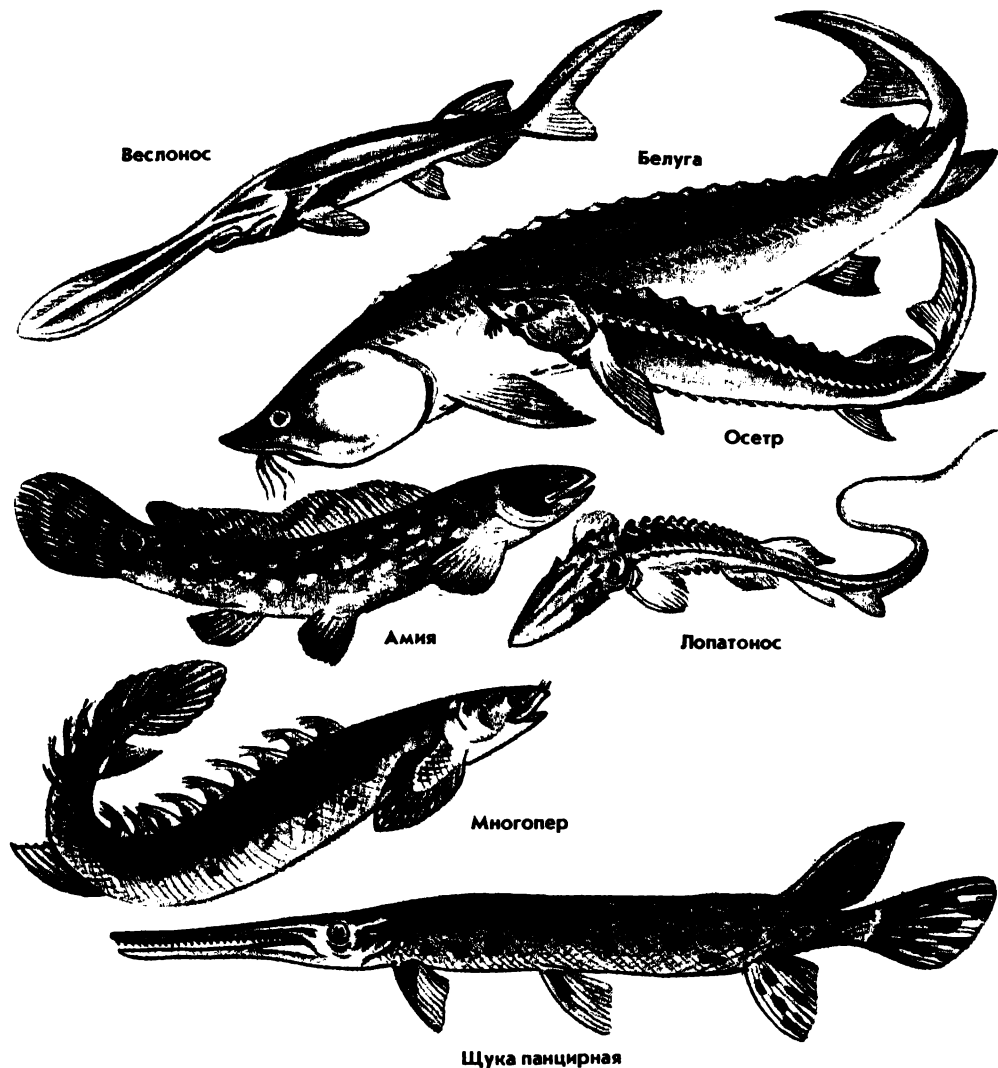


Рис. 168. Хрящевые ганоиды, костные ганоиды и многопер

своеобразные спинные плавники с сильными колючками. Осевого скелет, пояса плавников полностью окостенели, на хрящевом черепе многочисленные кожные кости. Есть брызгальца, плавательный пузырь разделен на два мешка и выполняет дыхательную функцию. Есть спиральный клапан и артериальный конус. Грудные плавники многопера с мясистой лопастью, поэтому он может «ходить» по дну, опираясь на плавники и хвост. У личинки имеются временные крупные наружные жабры на *гиоидной* (подъязычной)

дуге, через несколько недель исчезающие. В общем удивительная смесь древних и новых признаков! Недаром многоперов выделяют в самостоятельный надотряд.

Костистые рыбы: мягкоперые

Прочих рыб, а их подавляющее большинство, выделяют в группу костистых, или настоящих костистых. У них осевой скелет хорошо окостеневает, в сердце нет артериального конуса с клапанами, вместо него развивается мускулистое расширение аорты (луковица), спиральный клапан встречается лишь у самых примитивных. Строение чешуй упрощается до тонких костных пластинок.

Костистых рыб можно разделить на две подгруппы: древних и новых. Рассмотрим сначала древнюю. Их называют мягкоперыми, потому что их плавники обычно слагаются мягкими членистыми лучами, без колючек, или отверстием пузырями — их плавательный пузырь еще сохраняет связь с кишечником и может быть дополнительным органом дыхания.

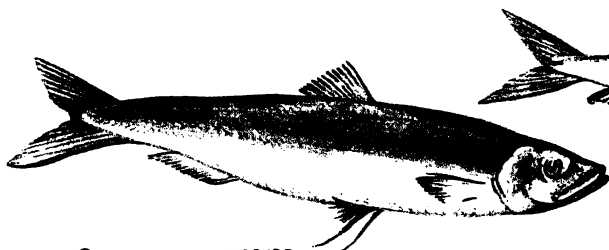
Хорошо известны и имеют большое практическое значение представители отряда сельдеобразных. Типичный представитель — атлантическая сельдь Северной Атлантики (в Балтийском море образует мелкий подвид — салаку; рис. 169). Атлантическая сельдь нагуливается на просторах океана, в Норвежском, Баренцевом и Северном морях, питаясь планктоном, ракообразными, и достигает 40 см в длину. Нерестилища с каменистым грунтом, от 100 до 250 м глубины. Это важнейшая промысловая рыба, хотя уловы ее резко снизились из-за перелова.

В дальневосточных морях обитает близкий вид — малопозвонковая сельдь, которая нерестится у самого берега, приклеивая икринки к водорослям. Это также ценный промысловый вид. Когда-то, в теплые межледниковые эпохи, тихоокеанская сельдь проникла в Белое море и там образовала особые расы.

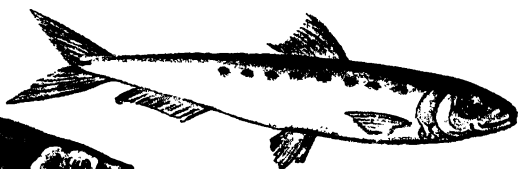
В Средиземном, Черном и Каспийском морях, а также у атлантических берегов Северной Америки раньше были широко распространены, а ныне в значительной мере переловлены проходные сельди-пузанки, идущие на нерест из моря в реки. Слава знаменитой керченской сельди, волжских черноспинок и пузанков, к сожалению, осталась в прошлом.

Широко распространены и активно промышляются более мелкие сельдевые: шпроты (они же кильки), тюльки и довольно крупные сардины — европейская и дальневосточная (иваси). Не менее известно близкое семейство анчоусов, куда входит черноморский анчоус (хамса) и самая массовая рыба нашей планеты — перуанский анчоус, уловы которого исчисляются миллионами тонн. Анчоусы растут быстро, достигая половозрелости в два года, и быстро восстанавливают численность после перелова.

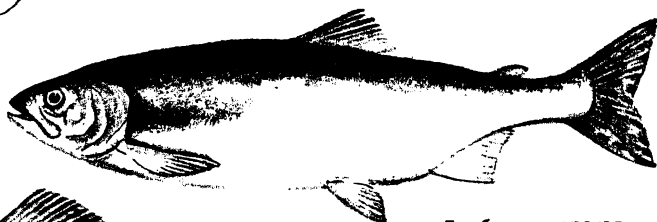
Близкий отряд — лососеобразные. По ряду признаков они примитивнее сельдей: скелет их полностью не окостеневает, у некоторых всю жизнь сохраняется хорда, второй спинной плавник (*жировой*) не имеет лучей. Это морские, иногда глубоководные, но чаще всего проходные и пресноводные рыбы. Рассмотрим четыре семейства.



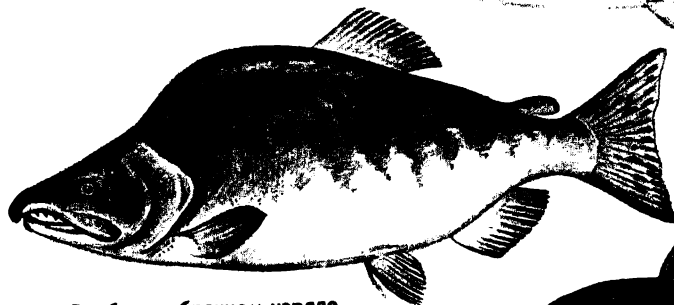
Сельдь атлантическая



Сардина иваси



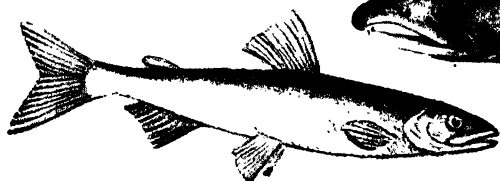
Горбуша морская



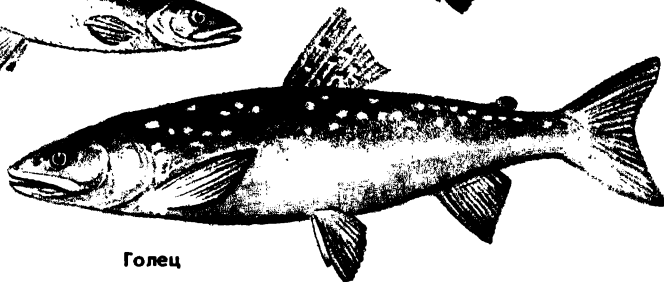
Горбуша в брачном наряде



Нерка в брачном наряде



Корюшка



Голец

Лососи (семейство лососевых) — проходные или пресноводные рыбы средних и крупных размеров (см. рис. 169). Общеизвестны тихоокеанские лососи: кета, горбуша, чавыча, кижуч, нерка и сима, дающие прекрасное мясо и красную икру. Все они идут в реки на нерест один раз в жизни и, после того как самки зароют икру в грунт, погибают. Готовясь к нересту, они претерпевают изменения, получившие название «брачного наряда»: на челюстях появляются сильные крючковатые зубы, сами челюсти искривляются, на спине вырастает горб, кожа становится грубой. Изменяется цвет: в море они серебристые, в реках черные, а то и малиновые и ярко-лиловые. Причина брачного наряда — избыточный синтез гормонов при созревании икры и молок. Самый крупный и ценный дальневосточный лосось — чавыча достигает 90 см в длину, а то и более, но многие из них, кроме кеты и горбуши, образуют мелкие жилые пресноводные формы.

У атлантических лососей — благородного лосося, или семги, и близкого вида кумжи — брачный наряд выражен не сильно. После нереста они не погибают и в принципе могут нереститься неоднократно (если им дадут такую возможность). Семга нагуливается в северной части Атлантики, а на нерест идет в реки нашего Севера, реже в другие реки Европы, до Португалии включительно. Кумжа распространена шире: в ледниковый период она проникла в Черное и Каспийское моря, была и в Аральском море. Кумжа очень легко переходит к оседлой жизни в озерах и ручьях, становясь некрупной, ярко окрашенной форелью. Близкие виды обитают или обитали в озере Севан; есть благородные лососи (микижа и лосось Кларка) у нас на Дальнем Востоке и по тихоокеанскому берегу Северной Америки.

Северную часть Евразии и Америки населяют представители и других родов лососевых — гольцы, только в Евразии та й м е н и, у нас в Сибири и на Дальнем Востоке л е н к и. Все они — ценнейшие промысловые рыбы. Уловы лососей во всем мире превышают 500 тыс. т в год. Многих из них разводят искусственно.

Представители близкого семейства сиговых распространены по всей Северной Евразии и Северной Америке. У сигов серебристого цвета чешуя, брачный наряд не выражен, икринки мелкие и в грунт самкой не зарываются. Различают типы групп сигов: донные, питающиеся донными организмами, со смещенным книзу ртом (нижним) — это чир, пыжьян и ряд других форм, ряпушка и омули с верхним ртом и североамериканские вальки (у нас в Сибири лишь один вид). В отдельную группу выделяют нельму — самого крупного (до 130 см и 35 кг массы) сига, близкого к ряпушкам. В ледниковый период она проникла из северных рек в Каспий, образовав новую форму — белорыбицу. Ныне белорыбица практически исчезла, так как нерестилась она по Волге до Углича и реки Уфы, но пробиться через плотины электростанций она не смогла.

Сиги — не менее ценные, чем лососи, объекты рыболовства и рыбоводства.

Близкое семейство — хариусы — обитает в реках и холодных озерах Европы, Азии и Северной Америки. Эти среднего размера пестроокрашенные рыбы — мечта рыболовов.

Из других семейств лососеобразных отметим корюшек — мелких и средних рыбок, морских, проходных и пресноводных. У них окостенение поз-

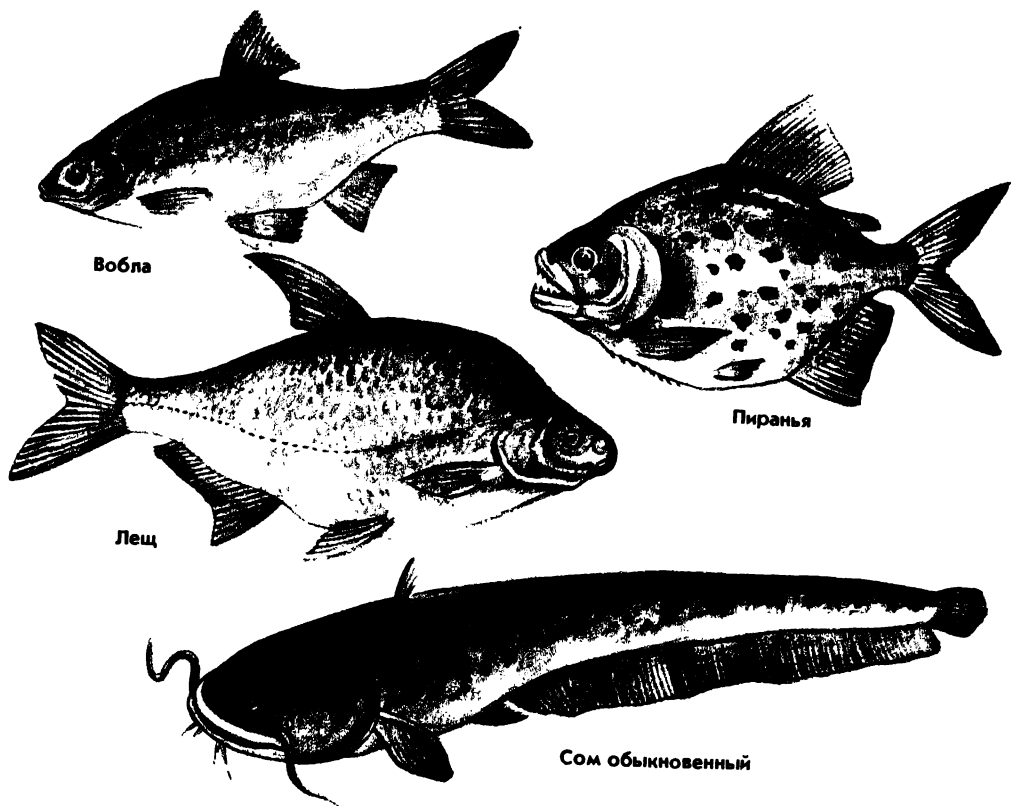


Рис. 170. Мягкоперые костистые рыбы

воночника слабое. Многие из них, только что выловленные, сильно пахнут свежим огурцом. Морской вид мойва и ряд других корюшек — объекты довольно значительного промысла.

С лососевидными сближают также пресноводных *шук* о б р а з н ы х. Облик щуки — крупной (до 1,5 м) хищной рыбы наших рек всем хорошо известен. В Амуре водится близкий вид — амурская щука. Проникнув в Северную Америку, наша щука образовала там три новых вида. Мелкая (до 20 см) всеядная родственница щуки — умбра живет в Дунае и Днестре (два вида умбры обитают в бассейнах США). Еще один вид — черная рыба, или даллия, живет в речках и торфяных озерах Чукотки и Аляски, вмерзая на зиму в лед без особого для себя вреда.

Другой надотряд костистых, важный в практическом отношении, — угревидные. Это рыбы с удлинненным, часто змеевидным телом, у них непарные плавники (спинной и анальный), длинные, но брюшные, иногда и грудные исчезают (рис. 170).

Еще одна особенность угрей — особая личиночная стадия *лептоцефал*, с маленькой головкой и сжатым с боков листовидным прозрачным телом

(см. рис. 170). Похожие личинки есть у примитивных сельдеобразных — белянок. Возможно, угри произошли от каких-то древних сельдей.

Чешуя у угрей часто исчезает, тело голое, плавательный пузырь у донных форм также исчезает.

22 семейства (350 видов) угревидных — морские обитатели. Но есть и исключения — пресноводные угри. Обыкновенный, или европейский, угорь обитает в реках Европы и Средиземноморья, а также в бассейнах Прибалтики и Беларуси, близкие виды живут в реках Америки, от Гвианы до Гренландии, и в Японии, у Тихоокеанского побережья Азии. Он достигает 2 м длины, его нежное мясо очень ценится. Высоко в реки, впрочем, поднимаются лишь самки; самцы достигают половой зрелости в устьях рек и прибрежных частях моря.

Загадка размножения угря интересовала еще Аристотеля; он предполагал, что они происходят от попавших в воду дождевых червей. Теперь известно, что собирающиеся нерестовать угри скатываются из рек в моря (Черное, Средиземное, Балтийское) и стремятся к Атлантическому океану. Проплыв тысячи километров на глубине в сотни метров, они достигают Саргассова моря, мечут там пелагическую икру и погибают.

Вышедшие из икры лептоцефалы поднимаются к поверхности и разносятся течениями к устьям рек. До берегов Европы Гольфстрим доносит их за 2,5—3 года. Вблизи берегов они превращаются в маленьких прозрачных («стеклянных») угорьков и идут в реки.

Схожие виды идут во многие реки тропической зоны, но их миграции не столь продолжительны.

Морские угри, не заходящие в реки, достигают около 3 м в длину и 65 кг массы. Они населяют теплые воды всех трех океанов и живут на дне в расщелинах скал. Другие вырывают в песчаном и илистом дне норки, где сидят высунув лишь голову (то же делает и пресноводный угорь). Многие семейства угрей живут на больших глубинах и имеют причудливую форму.

Из крупных угрей с античных времен известны мурены. У них редуцированы и грудные плавники, огромная пасть вооружена острейшими зубами. Живут они в подводных гротах и расщелинах камней. Их повсюду опасаются, но при случае охотно едят.

Мешкоротообразных — удивительных глубоководных рыб выделяют в самостоятельный отряд. У них нет крышечных костей, жаберных дуг и лучей, нет ребер, брюшных плавников, плавательного пузыря. От рыбы остается лишь огромная пасть и угревидное тело с тонкой хвостовой нитью. У близкого семейства одночелюстных верхняя челюсть редуцирована, нижняя прищелкивается непосредственно к черепу. Личинки этих чудищ выдают их происхождение — это типичные лептоцефалы.

6 тыс. видов надотряда карпообразных — в подавляющем большинстве обитатели пресных вод. У всех карпообразных вырасты передних 4—5 позвонков соединяют плавательный пузырь (действующий как резонатор гитары) с внутренним ухом. Это так называемый Веберов аппарат — средство для улучшения слуха.

Различают четыре основные группы карпообразных. Харациновидные (более 1400 видов) обитают в Южной, Центральной Америке и Африке, свидетельствуя о том, что когда-то эти участки суши были единым

материком. От других карпообразных их отличает жировой плавник, как у лососевидных. К хараценовидным относятся мелкие красивые аквариумные рыбки: неоны, копеины, тернеции, пецилобриконы и другие виды — мечта многих аквариумистов. Крупные южноамериканские хараценовидные — объекты промыслов. Относительно небольшая (до 35 см), но вооруженная острыми, как бритва, зубами пиранья наводит ужас на купальщиков:стая пираний, напав на пловца, может заживо съесть его, оставив один скелет.

Другая южноамериканская группа (до 40 видов) — гимнотовые рыбы — обычно угревидной формы. Многие виды этого подотряда имеют электрические органы. Электрический угорь из рек Южной Америки достигает 1,5 м в длину и генерирует разряд до 650 В (в среднем 350 В).

1200 видов разнообразных рыб включает отряд сомообразных. У сомов на теле нет чешуй, тело или голое, или покрыто костными пластинками, вокруг рта обычно несколько пар усов, иногда имеется жировой плавник. В грудных плавниках иногда развиваются сильные колючки (иногда ядовитые) — следствие слияния нескольких мягких лучей. Большая часть сомов обитает в реках и озерах Южной Америки, Африки и Азии. Лишь два семейства вышли в тропические моря.

Обыкновенный, или европейский, сом вместе с белугой разделяет место самой крупной пресноводной рыбы Европы (до 5 м в длину и 300 кг массы). Он населяет реки Европы от Южной Финляндии до Малой Азии, есть он в бассейнах Каспия и Арала. Но он отсутствует в реках Англии, Франции, на Пиренейском полуострове и в Сибири. На Дальнем Востоке, начиная с Амура, обитают близкие виды. Амурский сом завезен и в Байкал. Сом — прожорливый хищник, он объект промысла, жирное мясо его высоко ценится.

В Африке и Азии (и у нас в Амуре) обитают мелкие и средней величины сомики-косатки с острыми ядовитыми колючками в спинном и грудных плавниках. В озера и пруды Беларуси недавно завезли небольшого североамериканского сомика-кошку, где он сразу начал поедать икру и мальков более ценных рыб.

Прочие семейства сомов в основном тропические. Среди них встречаются самые разнообразные: крохотные (до 2 см) и крупные, стекловидно-прозрачные, со змеевидным телом, с брюшными плавниками-присосками и дополнительными органами, одетые в панцирь из костных пластинок, и полупаразиты, сосущие кровь из жабр крупных рыб, а то и пробирающиеся в мочеполовые пути рыб и человека. Кратко упомяну лишь о двух: электрическом соме из Нила и рек Западной Африки (его электрические органы — видоизмененные кожные железы дают разряд до 360 В) и соме аспредо из Южной Америки. Самка аспредо намазывает оплодотворенные самцом икринки на брюхо и вынашивает этот «бутерброд с икрой» до выклева мальков; к каждой икринке подходят питающие ее кровеносные сосуды. Другие сомы часто строят и охраняют гнезда из водной растительности, иные вынашивают икринки в желудке, а то и во рту, чтобы выплюнуть потомство после выклева.

Из крупных карпообразных наиболее известны карповидные, точнее, более 1700 видов семейства карповых. Впрочем, в Южной Америке и

Австралии, а также за Полярным кругом их нет. Все они пресноводные, кроме проходной дальневосточной красноперки. Полупроходные, обитающие в опресненных частях Каспия и Азовского моря, не в счет.

У карповых нет зубов на челюстях, но развиваются глоточные зубы на нижнеглоточных костях. Это обычно мирные рыбы, питающиеся водной растительностью, моллюсками, насекомыми и червями. По этой причине у них нет желудка — приемника крупной добычи и обычно длинный кишечник. Хищники редки: в европейской части нашей страны это жерех, а в Амуре крупные, 1—2 м длины, желтощек и верхогляд.

Выделяют несколько подсемейств карповых. Наиболее известны гололепоподобные, или ельцоподобные, с одним или двумя рядами глоточных зубов. Широко известная речная плотва обычно питается водорослями. Но, выходя на просторы Каспия или Азовского моря, она переходит на питание моллюсками и становится крупной рыбой (35—50 см), называемой воблой или таранью. Воблоподобные формы плотвы появляются и в водохранилищах, куда проник моллюск дрейссена.

Крупные и ценные моллюскоеды также вырезуб — полупроходная рыба Азово-Черноморского бассейна (на Каспии — кутум), а от Амура до Южного Китая — черный амур, выращиваемый сейчас в прудах от Украины до Средней Азии.

В род ельцов входят ельцы, голавли и язи. Широко распространены также мелкие голяны и красноперка, любитель стоячих вод линь, хищный жерех, подусты (с нижним ртом), лещ и близкие к нему синец, сырть (рыбец) и густера.

В бассейнах Черного и Азовского морей высоко ценится полупроходная шема. Ее мелкие родственники — уклейки и быстрянки широко распространены.

Усачи из подсемейства усачепоподобных — также ценные промысловые рыбы нашего юга. Эта группа южная, она широко распространена в Африке и Южной Азии. К ним близки расщепобрюхие, со складкой кожи на брюхе, образующей расщеп. Это маринки, османы, нагорцы — обитатели быстрых рек и горных озер Средней и Центральной Азии. У некоторых из них ядовиты черная пленка, выстилающая брюшную полость, и сама икра.

Пескареподобные — мелкие донные рыбки, широко распространенные в Европе и Азии.

В подсемействе сазанопоподобных наиболее известен сазан — царь всех карповых рыб, ценная промысловая рыба, достигающая 1 м длины и более 20 кг массы. Уже давно он стал «домашней рыбой», разводимой в прудах по всему свету под названием карпа. Получены многие его породы. Близки к карпу караси: золотой карась, обитающий в заболоченных и заросших водоемах от Средней Европы до реки Лены, и более южный серебряный карась, распространенный от реки Дуная до бассейнов Кореи. Из серебряного карася 1000 лет назад в Китае вывели золотую рыбку, излюбленную аквариумистами, насчитывающую десятки пород.

В последнее время широкую популярность приобрели толстолобики, которых из реки Амур и бассейнов Китая завезли на юг нашей страны и в Среднюю Азию. Белый толстолобик питается фитопланктоном, процеживая

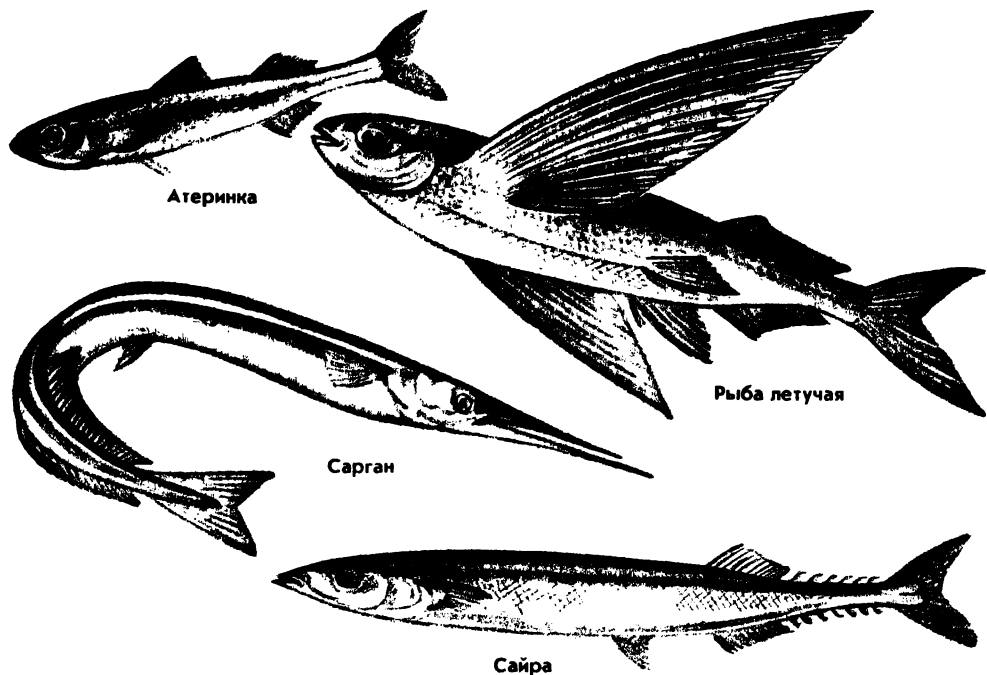


Рис. 171. Костистые рыбы — переход к колючеперым

его через жабры. Завезли на Запад и другой вид — пестрого толстолобика, питающегося зоопланктоном.

Северных и североамериканских чукучановых выделяют в отдельное семейство. У нас в бассейне реки Колымы обитает один вид чукучан (копек) длиной до 60 см, очень костлявый. В Америке чукучановых любят и даже разводят. Крупный (до 120 см в длину) вид — буффало был завезен и в наши прудовые хозяйства.

Завершим обзор карпообразных семейством вьюновых. Это мелкие донные рыбы Европы и Азии, обычно с цилиндрической формой тела, с малозаметной редуцированной чешуей. Обыкновенный вьюн Европы в стоячих водоемах заглатывает воздух и дышит поверхностью кишечника. Близкий вид живет в бассейне Амура, на Сахалине и в Японии. Широко распространены также щиповки и более южные гольцы (не путать с гольцами — лососевыми!).

Костистые рыбы: колючеперые

Рассмотренные ранее костистые рыбы — мягкоперые — обычно с плавательным пузырем, который соединяется с кишечником, без колючих лучей в плавниках (колючки в плавниках, например, карпа имеют другое происхождение), как правило, с циклоидной, без зубчиков, чешуей.

Второе поколение костистых рыб значительно потеснило первое поколение. Оно включает отряды рыб, характеризующиеся следующими признаками:

- плавательный пузырь у них теряет связь с кишечником (*закрытопузырные* рыбы), он уже не может быть дополнительным органом дыхания и служит гидростатическим органом, облегчающим тело рыбы;

- в плавниках часто имеются жесткие, колющие лучи;

- чешуя чаще ктеноидная;

- у многих тазовый пояс конечностей с брюшными плавниками смещается вперед, к голове. Часто и анальное отверстие смещается вперед, открываясь на горле. Обычно это свидетельствует о происхождении от каких-то предков, живущих в норках или расщелинах камней (чтобы «не ходить под себя»). И хотя потомки порой перешли уже к активному плаванию, такое строение сохраняется.

Вы, наверное, обратили внимание на то, что в системе между двумя смежными группами часто оказываются виды, семейства, а то и отряды с промежуточными признаками, не имеющие полного набора свойств и той и другой группы. Колючеперые (закрытопузырные) тоже не представляют исключения (рис. 171).

Надотряд *атериноидных* (названный так в честь мелкой рыбки атеринки, обитающей в теплых морях) насчитывает около 700 видов. Из них 600 видов — *карпозубообразные* — мелкие пресноводные рыбки тропиков и субтропиков. Они похожи на мелких карповых, но имеют зубы на челюстях; плавательный пузырь замкнутый, но чешуя чаще циклоидная и колючек в плавниках нет. Многие из семейства карпозубообразных — обитатели пересыхающих водоемов Африки и Северной Америки. У некоторых икра в прочной оболочке может несколько месяцев выдерживаться в воздухе и мальки выклеваются, когда начнут выпадать дожди. Некоторые (афиосемион, ривулины и др.) имеют роскошную расцветку и стали любимыми аквариумными рыбами. Еще более известны *печилиевые* (например, меченосцы, пецилии, гуппи). У этих самых распространенных жителей наших аквариумов три луча анального плавника самцов превратились в совокупительный орган для внутреннего оплодотворения и самки рожают живых мальков.

Другой отряд этой группы — *сарганообразные* — обитатели теплых морей. У них удлинённое тело, циклоидная чешуя, пузырь замкнутый, брюшные плавники смещены на середину брюха, но колючек в плавниках нет. Живут они в поверхностных слоях моря. У летучих рыб грудные, а иногда и брюшные плавники соизмеримы с длиной тела. Они могут выпрыгивать из воды и, планируя на плавниках, пролетать до 100, 200, даже до 400 м. Это обитатели тропических океанов. Икру летучие рыбы приклеивают клейкими нитевидными придатками к плавающим в океане предметам.

Близкое семейство — *сарганы* (у нас в Черном море и на Дальнем Востоке) — длинные, с вытянутыми челюстями; иногда их промысляют. Но более известны макрелешуки и сайра: их ловят на свет и промысляют в больших количествах (у нас промысел у Южных Курил). Впрочем, на свет собирают и летучие рыбы, и сарганы.

Сами атериновые, давшие свое имя надотряду, — обычно мелкие пресно-

водные, морские и солоноватоводные рыбы. У нас в Черном и Каспийском морях обычна черноморская атеринка (до 15 см), ее иногда промысляют, если нет другой рыбы.

Но гораздо более важны представители другого отряда — трескообразных. Треска, наряду с сельдью, была до недавнего времени кормилицей северных стран. И сейчас трескообразные в мировом улове (до 15%) уступают только сельдеобразным.

За немногими исключениями трескообразные не имеют колючих лучей в плавниках, чешуя циклоидная, но брюшные плавники у них под грудными или даже впереди них, а плавательный пузырь замкнутый. Это морские холодолюбивые рыбы, в пресные воды проник лишь один вид — обыкновенный налим рек и озер Северной Европы, Азии и Америки.

Для отряда трескообразных характерны два типа строения тела — типы трески и налима. Первый включает рыб нормальной формы с тремя спинными и двумя анальными плавниками, второй — удлинённые рыбы, у которых второй спинной и анальный плавники длинные и образуют оторочку вокруг тела, нередко сливаясь с хвостовым плавником. Бывают и промежуточные формы; у тех и других часто имеется усик на подбородке.

Атлантическая треска крупная (до 180 см длиной и массой 40 кг, но обычно меньше), обитает в северной части Атлантики. Нерестится она на глубине, икринки и молодь пелагические. Растет треска довольно медленно, в 5 лет масса ее превышает килограмм. Промысляют эту рыбу не только из-за мяса, но и богатой жиром печени, содержащей противорахитные витамины А и D. То же можно сказать и о ее близких родственниках: тихоокеанской треске и минтае, наваге, пикше, сайде и мерланге. Дальше всех на север (до Северного полюса) заходят мелкая (до 32 см) сайка, восточно-сибирская треска и ледовая треска. Южнее распространены мерлузы (хек), лемонемы и многочисленные морские налимы.

В отдельный подотряд выделяют долгохвостов (макруросов). У них длинный, гнущийся в нить хвост, колючка в первом плавнике и ктеноидная чешуя. Это глубоководные (начиная от 200 м) рыбы всех океанов, их уже начали промыслять.

Предыдущие надотряды — «почти колючеперые». Настоящие колючеперые объединяются в надотряд перкоидных (окуневидных). Это огромная группа, насчитывающая свыше 9 тыс. видов, большинство которых находится в стадии биологического процветания. У подавляющего большинства из них в плавниках колючие нечленистые лучи, брюшные плавники на груди или на горле, плавательный пузырь замкнут, а чешуя ктеноидная.

Обыкновенный, или речной, окунь — средней величины (до 40 см, редко больше) рыба с полосатой окраской, характерной для хищников-засадчиков. Он распространен по большей части Северной Евразии; близкий, если не тот же самый, вид обитает в водоемах США. В озерах с ценной рыбой окунь считается вредным, но сам он — объект в основном местного и спортивного промысла. В бассейне озера Балхаш близкий вид более светлый и неполосатый. Родственник окуня ерш, а также обитательница азово-черноморских лиманов перкаринка — рыбы сорные.

Напротив, крупные (до 130 см длиной и массой 20 кг) судаки — ценные промысловые рыбы Европы и Северной Америки. Судака у нас специально разводят. Это типичные окуневидные. Представители других отря-

дов могут сильно отличаться. Таковы колюшки трехиглые и девятииглые, широко распространенные в Северном полушарии пресноводные, морские и солоноватоводные рыбы с мощными колючками в плавниках, нередко в броне из костных пластинок. Для своих икринок они строят гнезда из растительности, охраняемые самцом.

У тепловодных свистулек, бекасов, морских игл и морских коньков рыло вытягивается в длинную трубку, у игл и коньков икру вынашивает самец в специальной сумке на брюхе.

Из отряда кефалеобразных отмечу тропическую крупную (до 2—3 м) хищную морскую щуку — барракуду, представляющую опасность и для купальщиков, и для мирных поедателей ил кефалей. Кефали также теплолюбивы (у нас обитают на Дальнем Востоке и в Черном море), завезены и в Каспий. Всего в мире вылавливают до 200 тыс. т кефалей, кое-где их специально выращивают в огороженных лиманах.

В теплых водах всех океанов широко распространены ставриды — важные промысловые объекты, как и горбыли и барабульки. Любопытны пресноводные индонезийские рыбы-брызгуны; они питаются насекомыми, сидящими на прибрежных растениях, которых сшибают в воду с расстояния до 2,5 м точно прицеленной стружкой воды. Не менее удивительны тропические прилипалы, у которых первый спинной плавник сместился на голову и превратился в присоску. Хотя прилипалы сами по себе неплохо плавают, они не упускают случая «прокатиться зайцем», присосавшись к крупной рыбе, киту, а то и к днищу судна (рис. 172).

У морских дракончиков, зарывающихся в песок, и близких к ним звездочетов в первом спинном плавнике и жаберных крышках есть ядовитые шипы, укол которых вызывает мучительную боль, иногда и смерть. У нас они водятся в Черном море.

Только в антарктических водах обитают представители отряда нототениевидных. Из них отметим крупных промысловых нототений, клыкачей и более мелких белокровных рыб. У последнего семейства нет гемоглобина, кровь бесцветна. Дышат они посредством диффузии кислорода через поверхность кожи и плавников, пронизанных капиллярами. Так как в холодной воде кислород растворяется хорошо, а обмен веществ заторможен, дыхательный пигмент оказался ненужным.

В подотряд собачковидных объединяют множество (более 400 видов) мелких рыбок, обычно с удлинненным, а то и угревидным телом и длинными спинным и анальным плавниками. Морские собачки держатся у берега, некоторые даже выбирают из воды. У нас они живут в Черном море. Но в этом подотряде есть и промысловые рыбы: крупные зубатки, круглоголовые, с мощными зубами, дробящими раковины моллюсков. Их промышляют в северных морях.

В другом подотряде — бычковидных не менее десятка семейств. У бычков брюшные плавники на груди сближены, иногда образуют присоску. Головешка, или ротан, по недосмотру завезен из Амура в Подмоскovie и быстро распространился в стоячих водоемах нечерноземной полосы. В этом подотряде самый мелкий представитель позвоночных — филиппинский бычок-пандака длиной 7,5—11 мм. У нас в южных морях относительно крупных (16—20 см) бычков промышляют.

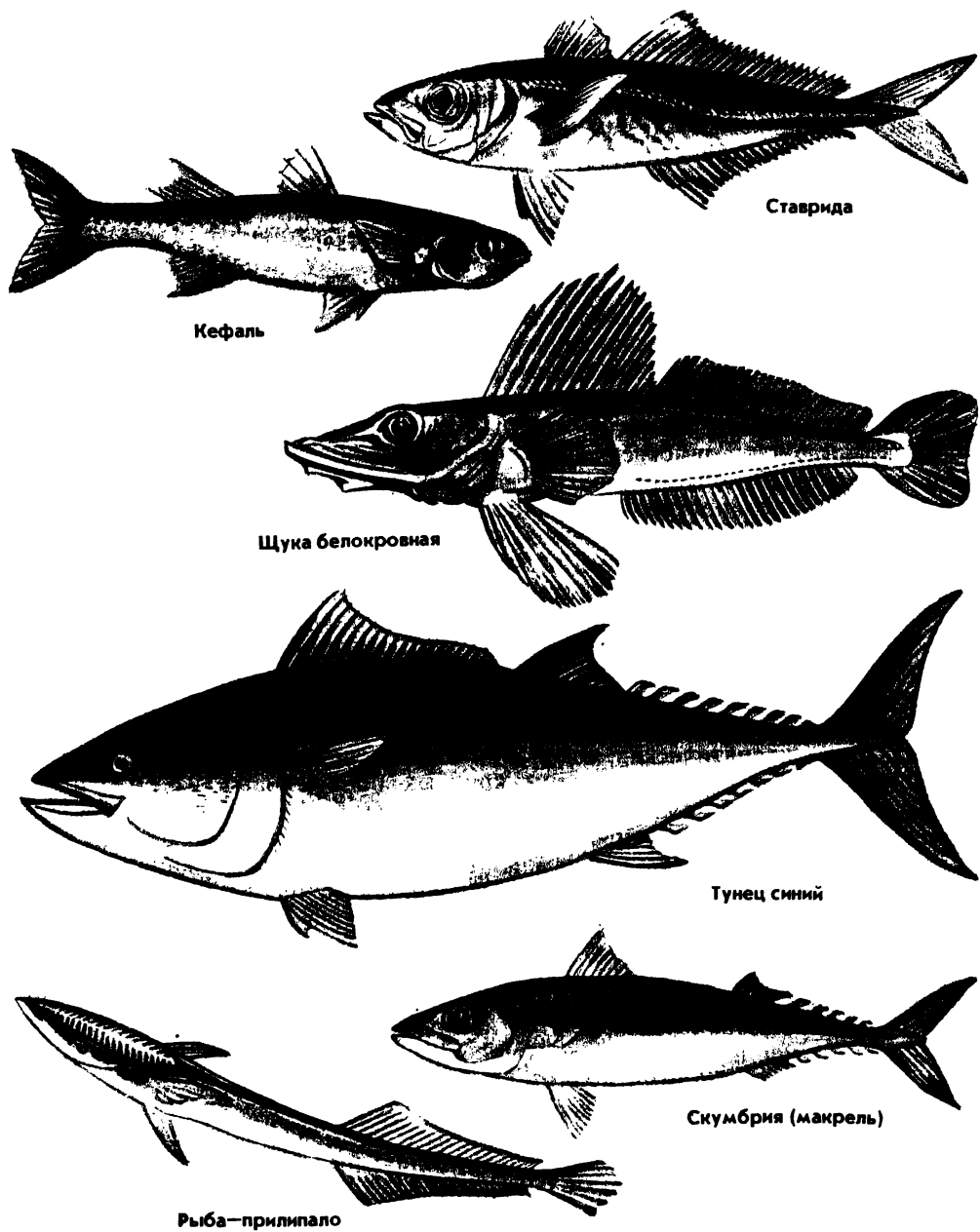


Рис. 172. Закрытопузырные

В тропиках обычны бычковые — илйстые прыгуны, которые большую часть времени проводят вне воды, на прибрежных камнях и стволах деревьев. Дышат они с помощью особого наджаберного органа, иногда прыгая в воду и смачивая жабры.

Очень важен для рыбаков подотряд скумбриевидных. Эти обитатели пелагической зоны моря — прекрасные пловцы. Их отличают дополнительные мелкие плавнички за спинным и анальным плавниками. Наиболее известны скумбрии (макрели), пелакиды и крупные тунцы, достигающие 2 м в длину. Тунцы могут развивать скорость до 90 км/ч. Это теплокровные рыбы, при быстром плавании их температура на несколько градусов выше температуры воды в тропиках и субтропиках. В близком подотряде еще лучшие пловцы — меч-рыба (достигает до 4,5 м в длину; ее воспел Э. Хемингуэй в повести «Старик и море») и парусники, или рыбы-копья: их скорость может превысить 130 км/ч. Меч, или копье, — сильно вытянутый конец верхней челюсти служит стабилизатором, снижающим лобовое сопротивление воды. Случайно налетев на шлюпку, меч-рыба может пробить ее мечом насквозь через оба борта.

А вот представители подотряда ползуновидных предпочитают открытому морю тропические стоячие воды с дефицитом кислорода. У них в верхней части жаберной полости развился особый лабиринтовый орган для дыхания атмосферным воздухом. Эти рыбы — красивые обитатели аквариумов: гурами, лялиусы, макроподы, бойцовые рыбки.

Огромному отряду окунеобразных близок отряд скорпенообразных. Чаще всего это донные или придонные рыбы. Лишь немногие, например промысловые морские окуни северных морей, плавают в толще воды. Морские окуни — живородящие рыбы. Их близкие родичи — морские ерши, или скорпены (у нас обитают в Черном море), бородавчатки и тропические, полосатые, как зебры, крылатки отличаются ядовитыми колючками, укол которых вызывает сильнейшую боль.

В особый подотряд скорпенообразных выделяют бычковошироколобок, или рогатковидных. Это довольно крупные бычки-керчаки, ушедшие в пресные воды бычки-подкаменщики. Только в Байкале обитают байкальские широколобки (24 вида, 8 родов), от них же отделилось любопытное семейство голомянок — мелких, прозрачных, очень жирных рыбок, плавающих в толще воды.

В особый отряд выделяют камбалобразных. Мальки камбалы похожи на обычных окунеобразных, но потом они ложатся на дно, на правый или левый бок; глаз на стороне, прилегающей к грунту, выворачивается на верхнюю сторону. В результате череп деформируется и становится асимметричным. Камбалы — ценные промысловые рыбы (рис. 173).

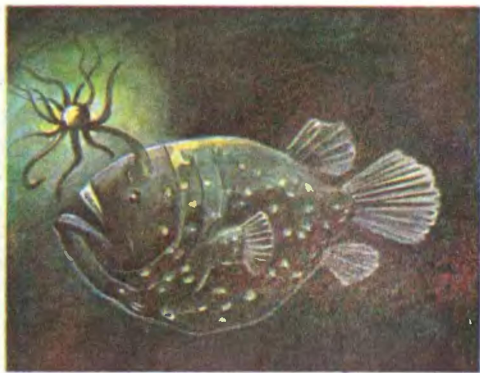


Рис. 173. Глубоководный уди.тыщик

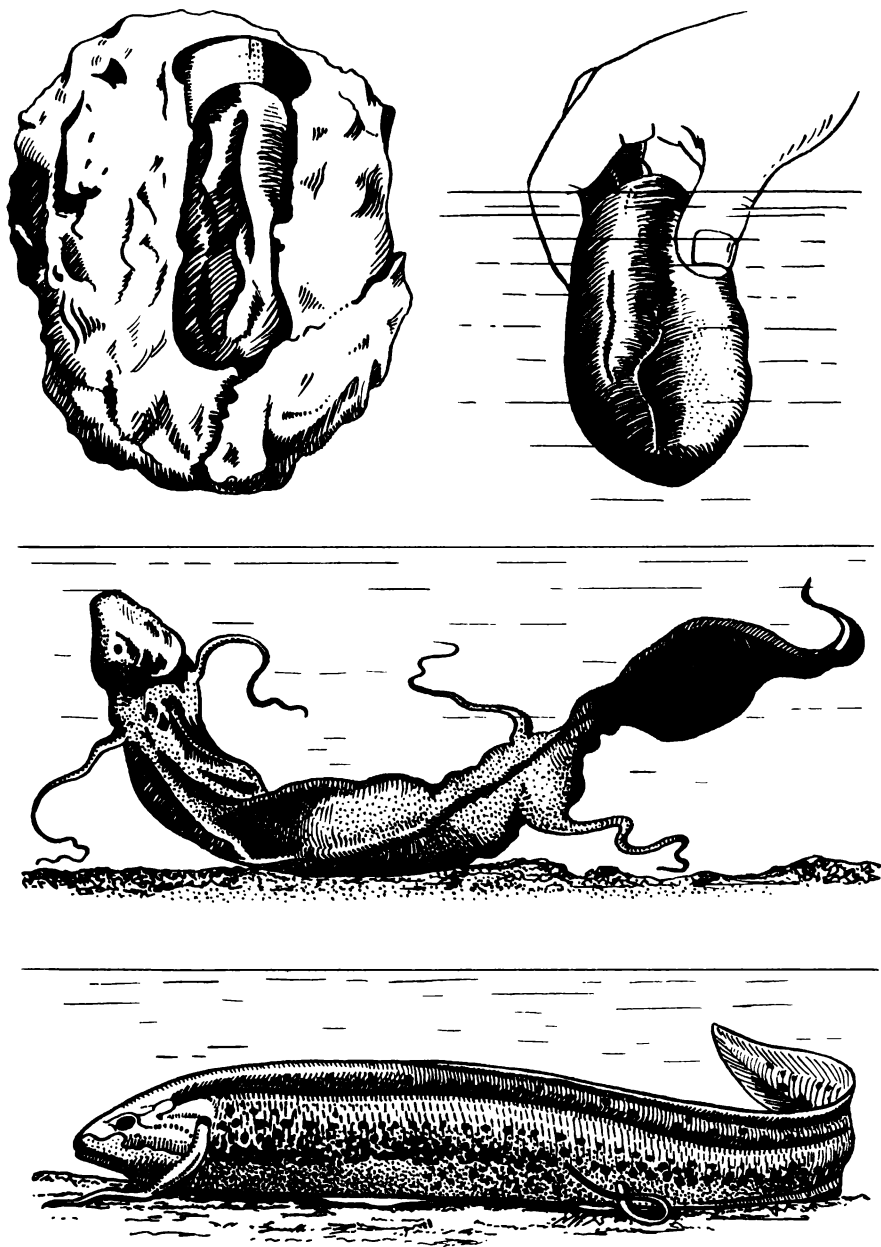


Рис. 174. Лопастеперые рыбы: протоптер «оживает» после долгого сна

Завершим краткий обзор колючеперых костистых наиболее причудливыми их представителями — отрядом иглобрюхообразных, или скалозубообразных, — морских тропических и субтропических рыб (320 видов). У всех у них верхнечелюстные кости срастаются, рот маленький, но с мощными зубами, чешуйный покров заменяется костными пластинками, или шипами, или иглами. В этот отряд входят спинороги — высокотелые рыбы с мощными колючками в первом спинном и брюшных плавниках (зубами они разгрызают раковины и ветки кораллов), а также кузовки, целиком закованные в панцирь из костных пластин, и иглобрюхи, усаженные шипами; последние способны раздувать свое тело в колючий шар.

Некоторые из иглобрюхов ушли в тропические реки, иные разводятся в аквариумах. Дальневосточный тетродон фугу — любимое блюдо японцев. Но в его коже и внутренностях содержится сильнейший яд, поэтому готовить фугу имеют право лишь дипломированные повара. И все равно у японцев есть шутиливая поговорка: «Хочешь есть фугу — напиши предостережение».

Но, пожалуй, самый причудливый представитель этого отряда — луна-рыба — гигантская, свыше 3 м, малоподвижная рыба поверхностных вод тропического океана. У нее не развивается задняя часть позвоночника и хвост, первого спинного и брюшных плавников нет; плавает она, руля вторым спинным и анальным плавниками. Это и самая плодовитая из рыб, выметывающая до 300 млн. икринок.

Последний отряд колючеперых — ногоперые. В него входят причудливые рыбы с огромной пастью, ходящие по дну на мощных грудных плавниках. Наиболее известны морские черти и морские удильщики. У них первый луч спинного плавника смещен к голове и превратился в «удилище», несущее на конце вырост — «приманку», у глубоководных видов светящуюся. «Клюнувшие» на эту приманку мелкие рыбы мгновенно исчезают в огромной пасти хищника. У глубоководных удильщиков самцы крошечные и паразитируют на самках.

Подкласс лопастеперых

Латинское название этой группы, которую многие считают самостоятельным классом (и даже не одним), саркоптеригии, т. е. мясоплавниковые. Лучше называть их лопастеперыми, потому что в норме у них лопасти парных плавников массивные, мясистые и могут служить не только веслами, но и «ногами» для хождения по дну. Впрочем, большинство ныне живущих видов перешли к угревидному типу плавания, и парные плавники у них стали похожими на жгуты. Такие плавники-лопасти уже встречались у многопера. Они всегда интересовали зоологов; теперь ясно, что из подобных плавников развились конечности наземных позвоночных, а значит, наши руки и ноги (рис. 174).

В то же время лопастеперые крайне примитивны по многим признакам. У них не развиваются тела позвонков, имеется неокостеневшая упругая хорда, есть артериальный конус в сердце и спиральный клапан в кишечнике. В подклассе (или классе) лопастеперых выделяют два подотряда — двоякодышащих и кистеперых. Ныне в живых остались лишь единичные представители этих некогда всесветно распространенных групп.

Основной признак двоякодышащих — именно «двойное дыхание», т. е. наличие кроме жабр парных или непарных легких, развивающихся из плавательного пузыря. Вы скажете, что ничего нового в этом нет — дыхание такого типа встречается в самых разных группах рыб, у которых пузырь соединяется с кишечником. Отличие тут, однако, есть — и принципиальное.

Напомню, что у всех рассмотренных рыб через сердце прокачивается только венозная кровь, идущая потом в жабры. Пройдя через капилляры жабр, окисленная в них кровь движется с меньшей скоростью, не может обеспечить высокий темп обмена газами с тканями и органами. А тут к капиллярам жабр прибавляются капилляры в легких.

Напомню, что у головоногих моллюсков для ускорения газообмена возникли дополнительные «жаберные» сердца с целью прокачки окисленной крови.

По другому пути пошли позвоночные, начиная с двоякодышащих. Их центральный орган кровообращения стал нагнетать не только венозную, но и насыщенную кислородом кровь. У двоякодышащих предсердие разделено неполной перегородкой на правую и левую половины. В правую половину впадает легочная артерия, доставляющая кровь от жабр, а в левую — легочная вена, идущая от легких. Если в жабрах кровь не обогащается кислородом, в правое предсердие попадает кровь венозная, богатая углекислым газом, и смешивается с окисленной кровью из легких (как удачно выразился Н. К. Кольцов, «водопровод соединен с канализацией»). Этот недостаток смогли преодолеть лишь отдаленные потомки лопастеперых. Но первый шаг уже сделан — возникла основа двойного круга кровообращения (первый: сердце — легкие — сердце; второй: сердце — все тело — сердце).

Дышат двоякодышащие при закрытом рте, через ноздри, открывающиеся в ротовую полость через внутренние ноздри — *хоаны*. Этот принцип сохранен и у высших животных, в том числе у человека: и воздух, и пища на первом этапе идут по одному пути, хотя такое устройство не очень удобно.

Наиболее близок к исходному прототипу двоякодышащих австралийский (ранее распространенный на всех материках) рогозуб (он же цератод, чешуйчатник и баррамунда) — крупная, до 175 см в длину, рыба в крупной чешуе, с ластообразными плавниками. Легкое у него непарное, и дышит он им через 40—50 мин. Но когда река пересыхает, распадаясь на цепочку ям — бочагов с гниющей водой, он переходит полностью на воздушное дыхание.

Еще лучше переносят высыхание водоемов южноамериканские чешуйчатники лепидосилены и африканские протоптеры: они зарываются в грунт и пережидают сухой сезон.

Второй надотряд лопастеперых — кистеперые рыбы. Раньше (380 млн. лет назад) они были распространены всесветно, в пресных водах и в море. Плавники у них были похожи на плавник рогозуба, имелись парные легкие и хоаны. Кистеперые, произойдя от общих с двоякодышащими предков, очень рано разделились на две ветви. Одна из них вымерла, но оставила «богатых наследников» — земноводных (амфибий), а через них и всех прочих наземных позвоночных. Другая ушла в море, и поэтому до

недавнего времени считали, что 70 млн. лет назад вымерла, не оставив потомства. Однако в 1938 г. у Южной Африки произошла сенсация: была поймана представительница этого отряда — целакантов (полошипов, пустошипов). Описавший ее Дж. Д. Б. Смит назвал новый вид латимерией, в честь директора местного краеведческого музея мисс Куртенэ-Латимер, догадавшейся, что рыбаки доставили ей что-то очень важное.

Поймано уже около сотни латимерий, и все у Коморских островов, между Африкой и Мадагаскаром. Латимерия — крупная, до 180 см в длину, рыба, покрытая мощной, с эмалевым слоем, чешуей синего цвета. Живет она на большой, в несколько сот метров, глубине, предпочитает крутые, скалистые склоны островной отмели.

Строение латимерии удивляет примитивностью. У нее нет тел позвонков, хорошо развита хорда. Дуги, защищающие спинной мозг, окостеневают только с поверхности (потому-то этот отряд и называют целакантами, полошипами). Череп и мозг примитивен, а плавательный пузырь, бывший у ископаемых целакантов легким, редуцировался до маленькой трубки в 5—8 см длиной. Сердце трубчатое, но с артериальным конусом. Есть и спиральный клапан в кишечнике. В крови, как у хрящевых рыб и двоякодышащих, много мочевины. Латимерия оказалась яйцеживородящей, ее крупные, до 300—330 г, яйца созревают целый год в яйцеводах самки, рождающей в конце концов живых латимерят.

Рыбы, эти позвоночные, в совершенстве приспособились к жизни в воде. Однако все их попытки выйти на сушу единичны. Только лопастеперые сделали первый шаг в этом направлении, причем выбрали удачный вариант, ставший основой существования всех наземных позвоночных: двойное сердце, качающее и артериальную, и венозную кровь.

ГЛАВА 15. ВЫШЕДШИЕ НА СУШУ: ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс земноводных — амфибий. Как земноводные пытались стать земными. Происхождение амниот: промежуточные формы

Класс земноводных (амфибий)

Земноводные — первые и наиболее примитивные позвоночные обитатели суши. Их около 2100 видов.

Предками земноводных были кистеперые рыбы, из моря перешедшие в пресную воду. Они стали обитателями пересыхающих водоемов болотного типа и выработали способность переползать из одного водоема в другой. (Современные костистые рыбы — тропические сомы, лабиринтовые кое-где делают то же.) Но у кистеперых было преимущество — хорошо развитое легочное дыхание и пояса конечностей. Поэтому жизнь на суше для них не стала случайным эпизодом.

Первые земноводные — стегоцефалы (панцирные) сохранили немало черт предков. У них был сплошной панцирь из кожных костей, покрывавших голову, с отверстиями лишь для ноздрей, глаз и третьего, теменного глаза. Панцирь покрывал и брюхо (рис. 175).

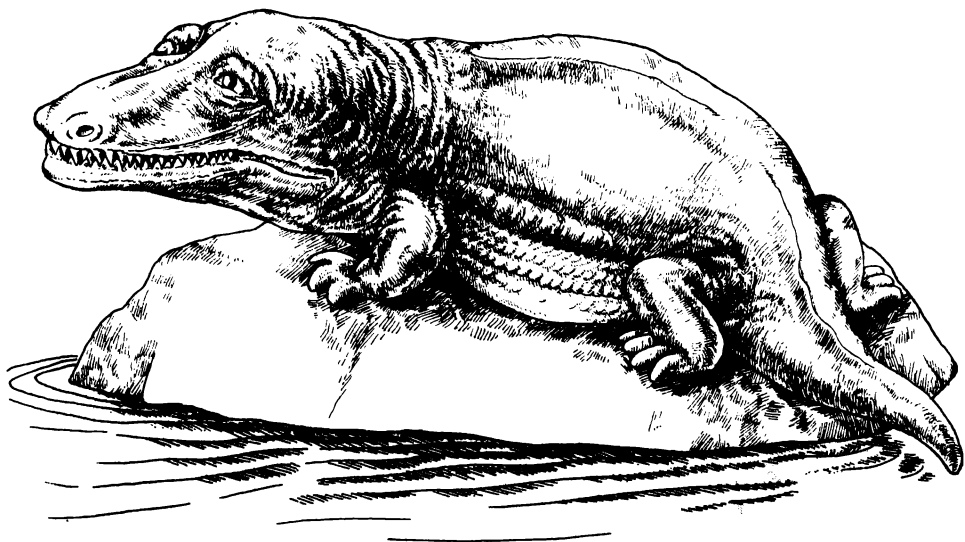


Рис. 175. Стегоцефал

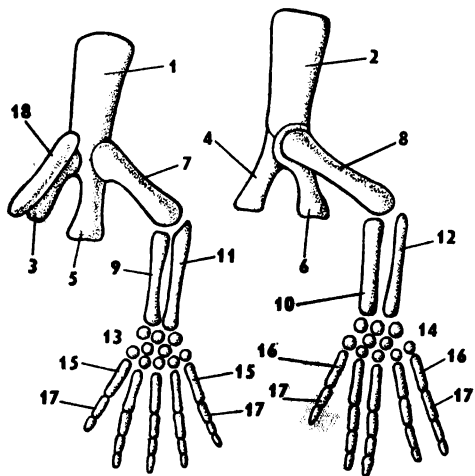
Но на суше не было акул и прочих хищных рыб, и современные амфибии его за ненужностью потеряли. Многочисленные древние насекомые, пауки, многоножки, вышедшие на сушу ранее, для них опасности не представляли, а были лишь желанной добычей. Много времени стегоцефалы проводили в воде (у них сохранилась боковая линия). Стегоцефалы вымерли, но от одной из их групп — тонкопозвоночных — происходят все современные отряды амфибии.

У амфибий на суше были свои трудности. На суше закон Архимеда не действовал, не облегчалось тело, и потребовалось укреплять конечности. Кислорода в воздухе по сравнению с водой было значительно больше, но возникала опасность пересыхания кожных покровов и легких. Вот почему кожа земноводных изобилует железами, выделяющими слизь. Да и держатся они обычно всю жизнь у воды, во влажной атмосфере, сухие места заселяют лишь немногие виды. Чтобы не пересыхала слизистая оболочка глаз, у наземных позвоночных развиваются закрывающие глаз веки — верхние и нижние, а у большинства еще и мигательная перепонка под нижним веком.

Скелет земноводных в значительной части еще *хрящевой*. Но верхняя челюсть уже срастается с черепной коробкой, а не подвешена на *гиоидной дуге* (та превращается в слуховую косточку — *стремя*). Еще одна важная особенность: голова у земноводных становится подвижной, причленяясь к позвоночнику двумя *мышцелками*, появляется шея. У взрослых амфибий за редкими исключениями две пары конечностей пятипалого типа (рис. 176).

Рис. 176. Схема передних (слева) и задних (справа) конечностей наземных позвоночных:

1 — лопатка; 2 — подвздошная кость (здесь и далее рядом соответствующие друг другу элементы поясов); 3 — прокоракоид; 4 — лобовая кость; 5 — коракоид; 6 — седалищная кость; 7 — плечевая кость; 8 — бедренная кость; 9 — лучевая кость; 10 — большая берцовая кость; 11 — локтевая кость; 12 — малая берцовая кость; 13 — запястье; 14 — предплюсна; 15 — пясть; 16 — плюсна; 17 — фаланги пальцев; 18 — ключица. (Формы костей могут меняться: они могут срастаться друг с другом, исчезать, но в общем схема одинакова от лягушки до человека и названия тоже.)



Передняя пара приключается к *плечевому поясу*, состоящему из трех элементов: *лопатки*, *вороньей кости* (*коракоида*) и *прокоракоида* с *ключицей*. У земноводных плечевой пояс не замкнут и образует дугу (у нас он смыкается на груди, к которой приключаются ребра). Задний, тазовый пояс образован тремя парными элементами: *подвздошными* костями, *седалищными* костями и *лобковыми*. Этот же тип в разнообразных вариациях повторяется у всех позвоночных.

Ребра амфибий короткие и не образуют грудной клетки, которая у человека, расширяясь и сужаясь при вдохе и выдохе, нагнетает воздух в легкие и выталкивает его. Поэтому дышат амфибии, с нашей точки зрения, нелепо — они не *втягивают* воздух, а глотают его, как мы воду. При закрытом рте воздух поступает через ноздри в ротовую полость. Затем ноздри закрываются клапанами, а дно ротовой полости с языком поднимается вверх и вытесняет воздух в легкие. Выдох осуществляется сокращением брюшных мышц и пассивным спаданием стенок легких. У примитивных амфибий легкие в виде простых мешков, у более высокоорганизованных внутренние стенки имеют ячеистое строение, увеличивающее всасывающую поверхность. Но от трети до половины кислорода земноводные получают через кожу, через нее же выводят большую часть углекислого газа. Некоторые саламандры, вторично уйдя в воду, легкие вообще потеряли. У амфибий сердце *трехкамерное*, состоящее из *двух предсердий* и *одного желу-*

дочка, есть также *артериальный конус*. Вы уже знаете, что у двоякодышащих предсердие еще одно, но частично разделено перегородкой. Здесь предсердие целиком поделилось на два — правое для венозной, а левое для артериальной крови, хотя в желудочке и та и другая частично смешиваются.

Кроме кровеносной у амфибий хорошо развита лимфатическая система. *Лимфа* по составу близка к крови, но не имеет форменных элементов — клеток. Она движется по лимфатическим сосудам под давлением, создаваемым двумя «сердцами» — мускулистыми участками сосудов, одна пара которых у третьего позвонка, а другая — у клоачного отверстия. Под кожей располагаются обширные пространства, заполненные бесцветной лимфой, — *лимфатические мешки*.

Все земноводные — хищники, питающиеся в основном насекомыми, а также пауками, червями, слизнями. Впрочем, крупные тропические лягушки могут заглатывать мышей и даже птенцов, а живущие в воде — мальков рыб. Зубы у них, если они есть, простые, конической формы и служат лишь для удержания, а не измельчения добычи. В отличие от рыб, у них появляются *слюнные железы*, выделяющие слюну для смачивания пищи и ротовой полости. У многих лягушек основание языка смещено вперед, а конец его обращен назад, так что они могут при ловле насекомых выбрасывать его далеко вперед. Глотают они, помогая себе глазами: глазные яблоки втягиваются мышцами в ротовую полость. Так что лягушка, проглатывая пойманную муху, жмурится вовсе не от удовольствия.

Пищеварительная система простая. Желудок обособлен слабо. Имеется большая *печень* и *поджелудочная железа*.

Прямая кишка впадает в клоаку. В нее же открываются проток *мочевого пузыря* и *мочеточники*, идущие от *парных почек* — *мезонефрос*, расположенных по бокам позвоночника. Так как земноводные значительную часть времени проводят в воде, а содержание солей в их крови и лимфе выше, чем в пресных водах, организмы амфибий через кожные покровы непрерывно всасывают воду. Поэтому они вырабатывают много мочи: лягушка, например, если ей перевязать клоаку, разбухает, как шар. И наоборот, если земноводное попадает в соленую морскую воду, оно обезвоживается и погибает очень быстро. Поэтому моря и океаны для амфибий — неодолимая преграда.

Головной мозг земноводных сложнее, чем у рыб. У них лучше развит *передний мозг*, уже поделенный на полушария (рис. 177). Сложнее, чем у рыб, устроены органы чувств. Глаза приспособлены к зрению в воздухе, «наводка на резкость» достигается смещением хрусталика при сокращении особой мышцы. У земноводных развивается *среднее ухо*, натянутое мембраной — *барабанной перепонкой*. Колебания перепонки передаются на *внутреннее ухо* слуховой косточкой — *стремением*.

Сравнительной анатомией установлено, что полость среднего уха — не что иное, как брызгальце примитивных рыб. Для уравнивания внутреннего и наружного давления полость среднего уха открывается в глотку *евстахиевыми трубами*.

Постарайтесь запомнить эти термины. Ведь *евстахиевы трубы* есть и у человека. Когда у вас закладывает уши при взлете самолета, вы глотаете слюну, чтобы выровнять через *евстахиевы трубы* давление в средних ушах и салоне. Помните, что это устройство — производное брызгальца, которое само возникло из жаберной щели, а слуховая косточка — из жаберной дуги.

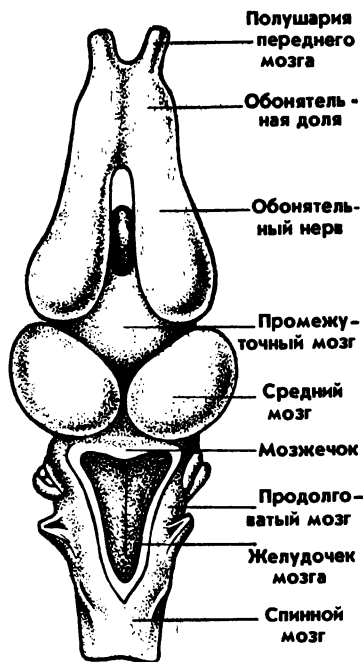


Рис. 177 Головной мозг лягушки

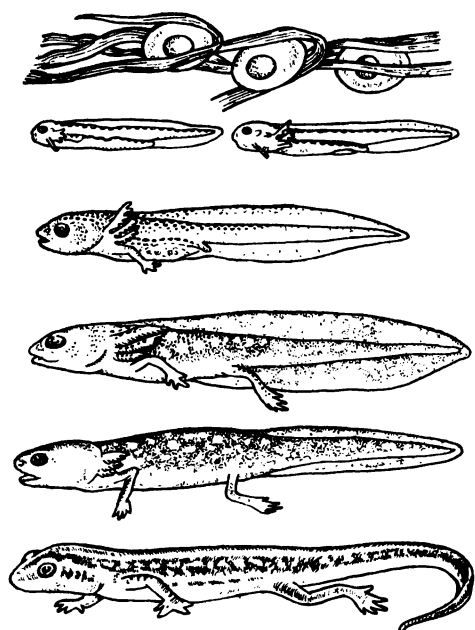


Рис. 178. Развитие лягушки от икры до выхода лягушонка на сушу

Земноводные, как и все позвоночные, в норме *раздельнополы*. Семенники самцов и яичники самок прилегают к почкам. Семявыносящие каналы впадают в мочеточник, а тот — в клоаку. Созревшие яйца самок выпадают в полость тела, а оттуда — в парные яйцеводы, открывающиеся в ту же клоаку. Все в общем так же, как у акуловых и двоякодышащих рыб.

Копулятивного органа у большинства земноводных нет. Обычно оплодотворение наружное: самец охватывает самку передними ногами и поливает спермой выходящие икринки. Когда же оплодотворение внутреннее, самец вводит пакет со спермой — *сперматофор* в клоаку самки.

У подавляющего большинства земноводных развитие связано с водой. Из икринки лягушки выходит личинка — головастик — с длинным, окаймленным плавниками хвостом (рис. 178). Сначала головастик дышит наружными ветвистыми жабрами, потом они рассасываются и появляются внутренние три пары жаберных щелей. На этой стадии у головастика «рыбье» сердце — с одним предсердием и одним желудочком, а система артерий очень похожа на таковую у двоякодышащих рыб. Скелет головастика полностью хрящевой. Лишь на 20—26-й день появляются передние и задние конечности, развиваются легкие, и головастику приходится подниматься к поверхности за воздухом. Часть газообмена идет через богатый капиллярами хвост.

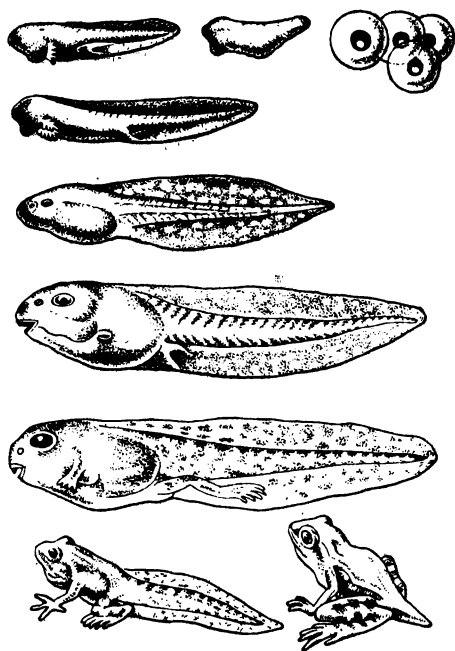


Рис. 179. Развитие тритона

вают. Это самый примитивный отряд амфибий: у некоторых всю жизнь сохраняет хорда, настоящих ребер нет, а только верхние короткие ребра, как у костных рыб (рис. 180). У некоторых жаберных щели и наружные жабры сохраняются всю жизнь, таких считают размножающимися личинками. Это явление называется *неотенией*.

Любопытно географическое распространение хвостатых: оно повторяет распространение осетровых рыб.

Некогда существовал на Земле огромный единый материк Пангея (вся Земля), который раскололся на два материка — Лавразию и Гондвану. Лавразия распалась на Северную Америку и Евразию, а Гондвана — на Южную Америку, Африку, Антарктиду и Австралию. Полуостров Индостан тоже имеет гондванское происхождение — он продрейфовал на север и столкнулся с южной частью Евразии, смяв ее и породив Гималайские горы. Хвостатые амфибии — дети Лавразии, они чужды осколкам Гондваны.

Самое примитивное семейство хвостатых амфибий — скрытожаберники и вторично ушли в воду и обитают в быстрых горных реках и ручьях. Самое крупное земноводное наших дней — исполинская саламандра (длиной до 160 см) живет в горах Восточного Китая и Японии. Мясо ее съедобно и высоко ценится. Ближайший ее сородич — скрытожаберник (длиной до 70 см) населяет юго-восточную часть Северной Америки. Так как моря и океаны для земноводных — неодолимая преграда, это наглядное свидетель-

В это же время в предсердии появляется перегородка, возникает малый круг кровообращения, личиночная почка — *пронефрос* меняется на взрослую почку — *мезонефрос*.

Головастики в основном растительноядны и питаются, соскребая водоросли с камней и листьев водных растений. Но когда наступает пора перехода в стадию лягушки, они переходят на животное питание. Хвост рассасывается, и молодая лягушка выходит на берег водоема. У тритонов и саламандр развитие идет примерно так же, но наружные жабры сохраняются дольше (порой всю жизнь), передние ноги появляются раньше задних и хвост не рассасывается (рис. 179). Растительноядной стадии у них нет.

ОТРЯД ХВОСТАТЫХ АМФИБИЙ

Хвостатых амфибий немного, около 280 видов. У всех хвостатых удлинненное, переходящее в длинный хвост туловище, ноги слабые, так что лишь единицы могут бегать и даже прыгать. Чаще они ползают или пла-

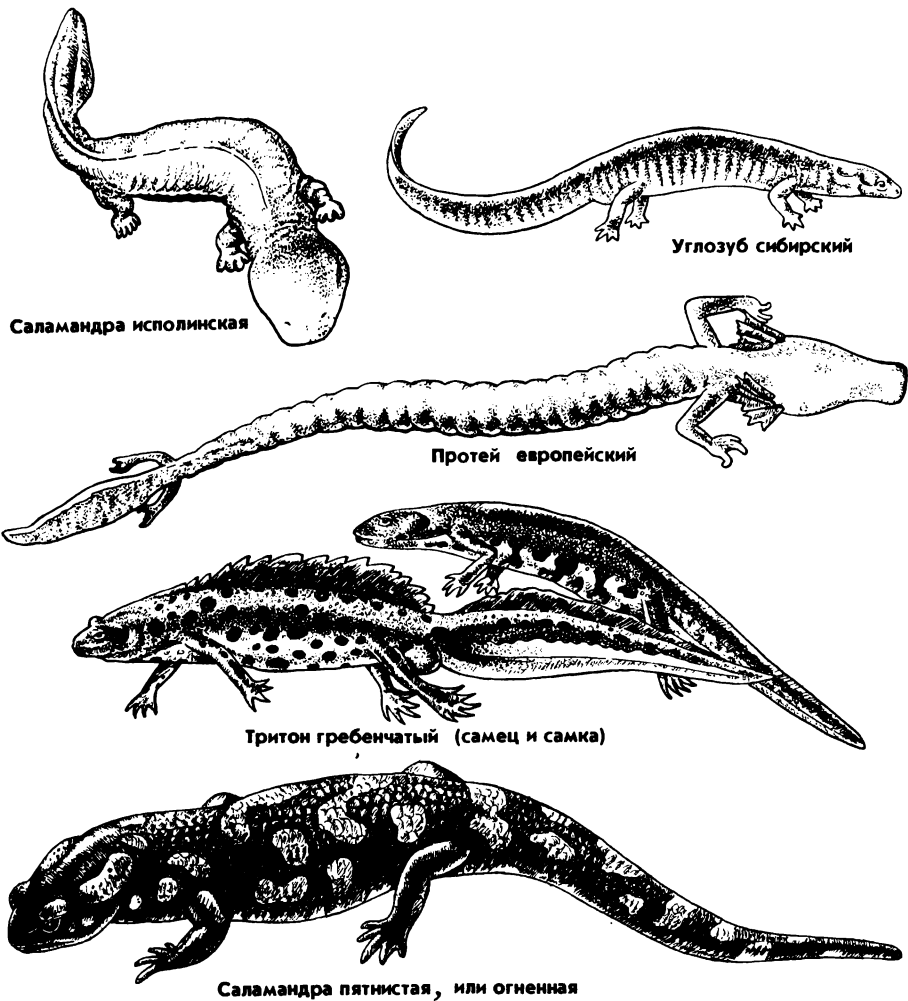


Рис. 180. Хвостатые земноводные

ство того, что когда-то скрытожаберники населяли всю Лавразию, а Атлантического океана не было.

Примитивно также семейство углозубов, к которому относится сибирский углозуб (четырепалый тритон); он идет далеко на север, обитая от Коми Республики до Камчатки, Курил, Сахалина и Японии. По слухам, может вмерзать в лед и оставаться живым. Во всяком случае при 0°C он еще активен, а при 27°C погибает. Другие виды живут в Средней и Юго-Восточной Азии.

В семействе амбистомовых широко распространена неотения. Круп-

ные головастики ее с наружными жабрами могут размножаться. Один вид — аксолотль содержат в аквариумах. Если его кормить кусочками щитовидной железы, он превращается во взрослую наземную форму — тигровую амбистому, распространенную от Мексики до Канады.

Семейство сиреновых тоже североамериканское — все сплошь аксолотли, взрослые формы у них неизвестны.

Неотеничное семейство и протей: один вид, европейский протей, обитает в подземных водах Югославии, а другой, американский, — в озерах Северной Америки.

Настоящие саламандры — большое семейство (40 видов), населяет все осколки Лавразии. Когда Средиземное море пересыхало (а это случалось не один раз), они переселялись и в Северную Африку. Наиболее известна красивая, блестяще-черная с ярко-желтыми пятнами огненная саламандра (обитает в горах Западной Украины). О ней в средние века ходили поверья, что она живет в огне, — отсюда и название. Выделения ее кожных желез ядовиты и убивают бактерий.

К тому же семейству относятся тритоны. В европейской части нашей страны обитают обыкновенный, гребенчатый, карпатский и альпийский тритоны. Это водные формы, но зимуют часто на суше, под опавшими листьями. Близкие роды живут в Америке. Там же водятся безлегочные саламандры. Перейдя к жизни в горных ручьях, где вода насыщена кислородом, они потеряли за ненадобностью легкие, а заодно и перегородку между предсердиями. Даже на суше они дышат через кожу. Два вида живут в Европе, Италии и на острове Сардиния, а некоторые виды стали переселяться в Южную Америку, где, как вы знаете, хвостатых амфибий изначально не было.

ОТРЯД БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ

Бесхвостые земноводные — большой процветающий отряд (более 1800 видов). Несмотря на разнообразие, устроены они в общем одинаково. У них короткое туловище, нет шеи и хвоста, хвостовые позвонки срастаются в одну косточку, появляется среднее ухо, у хвостатых амфибий неразвитое, жабры и жаберные щели у взрослых отсутствуют, а задние ноги приспособлены для прыжков. Это в основном наземные формы, полностью в воду вторично вернулись немногие. Некоторые стали древесными и роющими формами (рис. 181).

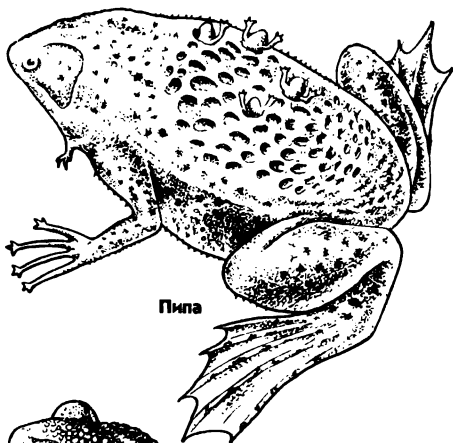
Возникли бесхвостые земноводные на территории Гондваны (самые древние их остатки найдены на острове Мадагаскар), но через Панамский перешеек, пересыхавшее время от времени Средиземное море и Индостан широко расселились по лавразийской суше, потеснив хвостатых амфибий.

В отличие от хвостатых амфибий, обычно молчаливых, бесхвостые могут издавать довольно громкие звуки — кваканье. У различных видов оно может звучать как птичья трель, бульканье, свист, собачье тявканье, крик утки, а то и удары молотком по медному подносу, звон колокольчика и рев быка. Усиливают звук резонаторы — горловые мешки, раздувающиеся при кваканье. «Поют» бесхвостые в сезон размножения, по брачной песне самца и самка одного вида находят друг друга.

Самые древние бесхвостые — удивительные гладконоги. Хвостатый гладконог, обитающий в горных ручьях вдоль Тихоокеанского побережья



Жерлянка
краснобрюхая



Пипа



Жаба зеленая



Квакша
обыкновенная



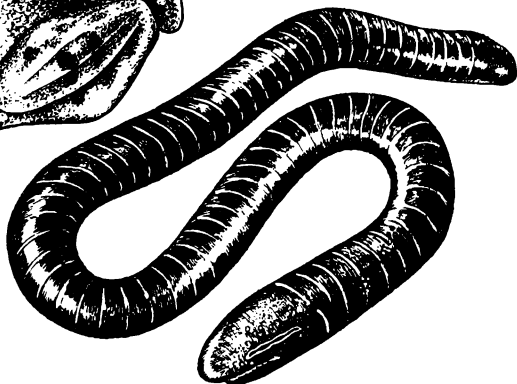
Жаба серая



Лягушка
остромордая

Лягушка прудовая

Самец
в брачном наряде



Червяга кольчатая

США, замечателен тем, что у самцов сохранился короткий хвост, превратившийся в совокупительный орган. Второй род этого семейства — *лиопельма* — хвоста лишился, но хвостовые мышцы еще остались. Разделяет это семейство Тихий океан — *лиопельма* живет в горных ручьях Новой Зеландии.

Примитивно и семейство *круглоязычных* (у них язык толстый и не может выбрасываться вперед). К этому семейству относятся жерлянки. В нашей стране краснобрюхая жерлянка идет до Урала; на юге и Дальнем Востоке обитают близкие виды. Слизистые выделения жерлянок сильно ядовиты, однако цапли и ежи их едят. Жерлянки предпочитают сидеть в воде. Их родичи — жабы-повитухи (живут в Западной Европе) обитают на суше. У повитух самец наматывает себе на бедра икринки и вынашивает их до вылупления головастиков. Яйца в прочной волокнистой оболочке долго не пересыхают.

Удивительно древнее семейство *пиповых*. Шпорцевая лягушка (с когтями на задних лапах) живет в Южной Африке, близкий род — *жаба-пипа* — в Южной Америке. У пипы самец размазывает оплодотворенную икру на спине самки, и икринки развиваются в особых ячейках, богатых кровеносными сосудами. Вылупившийся головастик покидает ячейку. (Нечто подобное описано для южноамериканского *сома-аспреди*, только там икринки на брюхе).

Семейство *чесночниц* в основном азиатское. У нас часто встречается обыкновенная чесночница (ее кожные выделения пахнут чесноком). На день чесночницы зарываются в землю. У них гигантские головастики (до 175 мм, они крупнее взрослых самок), но при метаморфозе уменьшаются.

Семейство *жаб* распространено повсеместно. Некоторые австралийские жабы живут под землей, в норах, во время редких дождей запасая под кожей и в полости тела много воды. Австралийские аборигены, переходя пустыню, использовали этих жаб как источник воды. Крупная (свыше 25 см) *жаба-ага* Центральной и Южной Америки имеет ороговевшую кожу и может встречаться в солоноватых водах. У нее нет кожного газообмена и потому сильно развиты легкие. На территории нашей страны обычны зеленая и серая жабы — полезные животные, поедающие много вредных насекомых и слизней. Кожные железы на спине и около ушей выделяют ядовитый секрет, поэтому мало кто из животных их ест. К этому же семейству относится южноамериканская парадоксальная жаба (взрослая особь длиной 20—70 мм, а головастик до 250 мм!).

У представителей семейства *квакш* обычно на концах пальцев есть присоски, поэтому они легко лазают по деревьям. У нас живет ярко-зеленая обыкновенная квакша, а на Дальнем Востоке — японская. Необычайно разнообразны квакши тропиков.

Наших лягушек делят на две группы: зеленых водяных и бурых травяных. Самая крупная (до 17 см) — озерная лягушка (африканская лягушка-голиаф вдвое больше). Это водная форма, встречающаяся в больших количествах, особенно на юге. Близкие виды прудовая и чернопятнистая (на Дальнем Востоке). Последний вид завезен в Среднюю Азию и там размножился. Крупных лягушек едят, во Франции они высоко ценятся.

Бурые лягушки предпочитают жить на суше. Наши виды — остромордая, травяная, сибирская и ряд других — весьма обычны. Поедая массу насекомых и сами становясь жертвами разнообразных хищников: змей, птиц, ежей, лис, а то и волков, — они играют важную роль в экономике природы.

Из экзотических лягушек отметим семейство в е сл о н о г о в, представители одного из родов которого, обитающие в Индонезии, имеют длинные пальцы с сильно развитыми плавательными перепонками. Растопыривая пальцы, они могут планировать с дерева на дерево, пролетая до 12 м. Икру они откладывают в пенистых комках на листьях прибрежных деревьев. Выклюнувшиеся головастики своими выделениями разжижают пену и падают в воду. Одни из них ярко и пестро раскрашены (и обычно ядовиты), другие хорошо поют и в Японии содержатся в клетках, как канарейки.

ОТРЯД БЕЗНОГИХ ЗЕМНОВОДНЫХ

Представители этого отряда (их всего 56 видов) живут в тропической зоне Африки, Азии и Южной Америки. Даже местные жители редко их видят. Это зарывающиеся в землю формы, внешне похожие на очень крупных дождевых червей или змей. Русское их название — черв я г и.

У червяг нет конечностей вместе с их поясами, отсутствует и хвост: клоака открывается на заднем конце тела. Как у змей, левое легкое у них вытянулось в длинную трубку, а правое укоротилось, лентовидными стали почки. В воду они не идут, поэтому оплодотворение у них внутреннее. Совокупительным органом служит выворачивающаяся клоака самца. Самка откладывает в норку крупные, богатые желтком яйца и обвивается вокруг них, увлажняя кожей слизью. Так поступает цейлонский рыбозмей (название очень неудачное, ибо это и не рыба, и не змея). Личинки или живут в воде недолгое время, или сразу начинают жить в почве. Представители двух родов, впрочем, могут плавать в воде, они живородящи (длина 30—45 см).

У червяг немало древних примитивных признаков. Под кожей у них скрыты костные чешуйки — остатки мощного панциря стегоцефалов, покровные кости головы хорошо развиты, перегородка между предсердиями неполная, как у головастиков и двоякодышащих рыб, хорда хорошо развита и имеются короткие нижние ребра.

Произошли червяги, скорее всего, от общего предка с бесхвостыми амфибиями — раннего тонкопозвонкового стегоцефала.

КАК ЗЕМНОВОДНЫЕ ПЫТАЛИСЬ СТАТЬ ЗЕМНЫМИ

Многие земноводные пытаются оторваться от своей исторической родины — пресных водоемов, хотя голая, быстровысыхающая кожа создает им почти неразрешимые затруднения. Особенно уязвим период икринки и головастика. Часть из них откладывает икру на суше, во влажных местах, в скоплениях дождевой воды в дуплах, трещинах скал.

Одни роют для икры норы или строят гнезда из пенистой массы или листьев, другие таскают икру с собой, как жаба-повитуха. Живорождение встречается относительно редко (у тех же червяг, саламандр и пустынных жаб). Чаше икринки развиваются на поверхности тела родителя (у жабы-пиры) или в специальных кожных карманах-сумках на спине (у сумчатых

квакш). У таких головастики проходят часть развития в сумке и в воду попадают уже готовые превратиться во взрослую форму. У чудной носатой лягушки — ринодермы Дарвина самец берет оплодотворенные икринки в рот и запикивает в свой горловой мешок. Развивающиеся в мешке личинки срastaются капиллярами спины и хвоста со стенкой мешка и получают оттуда питание. Поэтому самец ринодермы в конце концов «рождает» через рот уже полностью завершивших развитие (метаморфоз) детенышей. (Примерно то же происходит у самца рыбы морского конька.

Однако все эти хитроумные приспособления не стали в конце концов начальным пунктом нового направления эволюции — за исключением одного, которое вызвало к жизни более высокоорганизованные классы позвоночных: пресмыкающихся, птиц и млекопитающих.

Казалось бы, нет ничего проще уберечь развивающийся под оболочкой яйца зародыш от высыхания. Нужна только непроницаемая для паров воды скорлупа. Но тогда возникает препятствие газообмену и эмбрион задохнется. Требуется золотая середина, удачно найденная пресмыкающимися и птицами. Прежде всего, студенистая оболочка яйцеклеток рыб и амфибий заменяется пергаментообразной или пропитанной известью скорлупой, через которую свободно проходит воздух. Для защиты зародыша от высыхания возникает *амнион* — своего рода скафандр (рис. 182). Вокруг зародыша с поверхности яйца поднимается кольцевая складка, которая растет и смыкается краями, образуя *амниотическую полость*, заполненную жидкостью, в которой плавает зародыш. Первичноводные позвоночные (рыбы и земноводные) называются *анамниями* (безанамниевыми), а пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие — *амниотами*.

Но одного амниона мало. Ведь скрытый в нем зародыш защищен от высыхания, но вынужден выделять продукты обмена не в наружную среду, а в амниотическую жидкость. Поэтому параллельно с амнионом возникает зародышевый мочево́й пузырь — *аллантоис* для сбора жидких продуктов обмена (см. рис. 182). Несколько грубовато аллантоис можно сравнить с ночным горшком, которым эмбрион пользуется, чтобы не ходить на двор. Стенка аллантоиса, кроме того, богата кровеносными сосудами, через которые идет газообмен, так что это не только мочево́й пузырь, но и легкое.

Вот почему у зародышей амниот появляется только одна пара жаберных щелей, превращающаяся в полость среднего уха. От жабр при дыхании амниоты отказываются. В значительной мере они отказываются и от дыхания через кожные покровы. Как мы уже знаем, у некоторых земноводных (например, жабы-аги) поверхностный слой эпидермиса слагается ороговевшими клетками. Для амфибий это исключение, для амниот — правило.

Это и позволило амниотам окончательно оторваться от воды и расселиться по всей суше. В результате если лягушка откладывать яйца идет в воду, то вторично ставшие водными животными крокодил или черепаха для откладки яиц, наоборот, выходят на берег.

А земноводные, первыми из позвоночных десантировавшие на сушу, так и остались у мест высадки: все их попытки расширить плацдарм особого успеха не имели. Может быть, это произошло потому, что приспособления для размножения вне воды возникли у высокоспециализированных форм, которым идти дальше по лестнице прогресса было незачем.

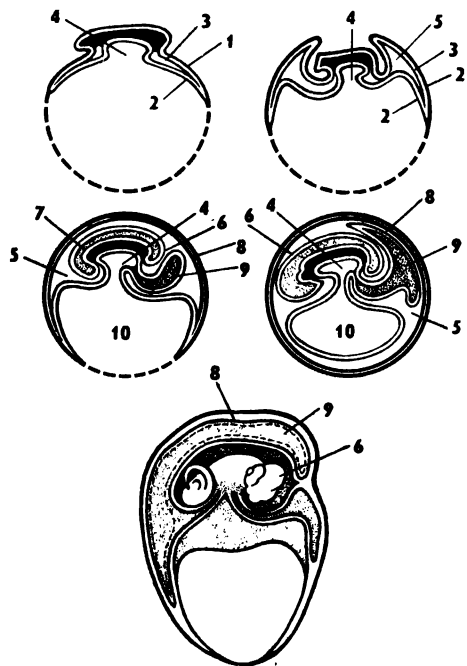


Рис. 182. Схема развития зародышевых оболочек у амниот:

1 — эктодерма; 2 — энтодерма;
3 — мезодерма; 4 — полость кишечника; 5 — внезародышевая полость;
6 — амнион; 7 — амниотическая полость; 8 — внутренняя оболочка (сероза); 9 — аллантоис; 10 — желточный мешок

ПРОИСХОЖДЕНИЕ АМНИОТ: ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ФОРМЫ

В каменноугольном периоде, когда образовались мощные угленосные пласты Донбасса, жили странные животные: по одним признакам земноводные, по другим — уже пресмыкающиеся, рептилии. Их сейчас выделяют в особый подкласс *б а т р а х о з а в р ы* — почти рептилии. Наиболее известна маленькая (0,5 м) сеймурия, нечто среднее между примитивными ящерами и стегоцефалами. Кости черепа у нее были типично стегоцефальными (рис. 183), имелись примитивные зубы, шейный отдел был практически не развит.

От подобных сеймурии (сеймуриоморфных) произошли *к о т и л о з а в р ы* (цельночерепные ящеры). Они были разнообразными, от крупных (2 м и более) парейазавров (т. е. «щекастых ящеров», названных так по костным выростам по бокам головы) до мелких ящерицеподобных (рис. 184).

Цельночерепными котилозавров называют потому, что их череп был сплошь покрыт стегоцефальным костным панцирем. На этой стадии он остался у некоторых черепов. Но у большинства будущих пресмыкающихся череп стал облегчаться, причем двумя путями.

У одних, ставших предками млекопитающих зверозубых ящеров и большин «ка черепов, возникла височная яма, ограниченная снизу одной скуловой дугой. У большинства прочих пресмыкающихся возникли две височные ямы и две височные дуги. Соответственно эти три группы называются *анапсиды* (бездужные, «апсид» — свод, арка), *синанпсиды* и *дианпсиды* (рис. 185).

Рис. 183. Черепа стегоцефала и сеймурии
(внизу).

Одинаковыми цифрами обозначены
гомологичные кости

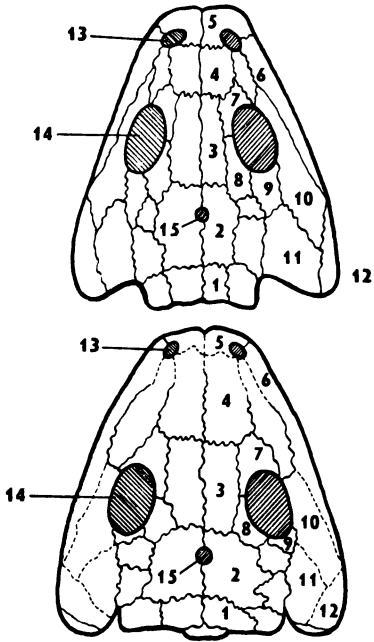


Рис. 184. Скелет парейазавра («щекастого
ящера») — представителя прими-
тивных котилозавров

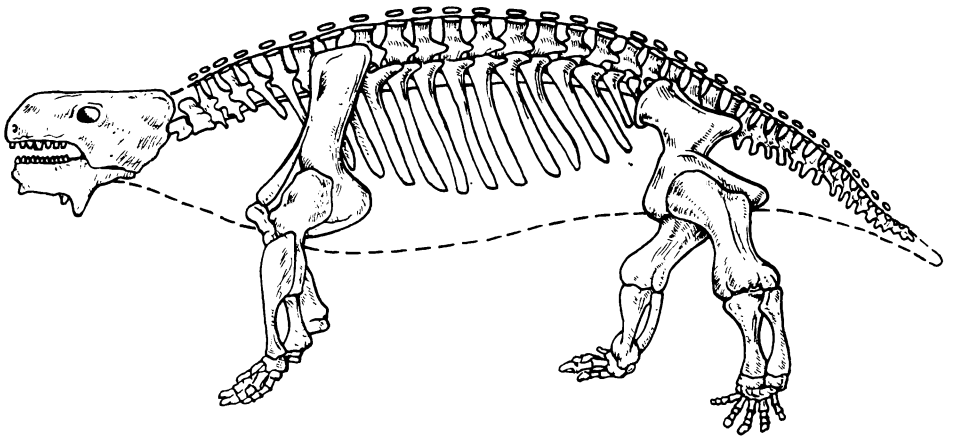


Рис. 185. Схема возникновения скуловых дуг:

1 — верхняя височная яма; 2 — боковая височная яма; 3 — височная яма

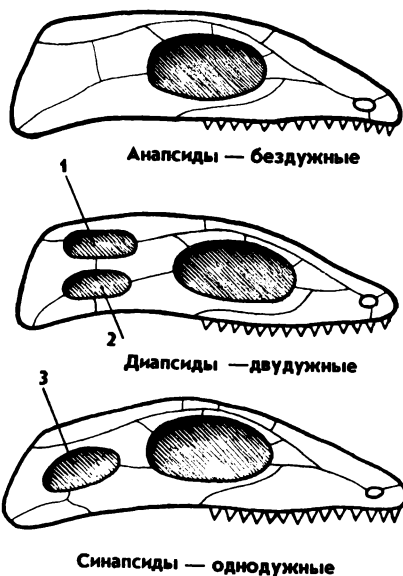
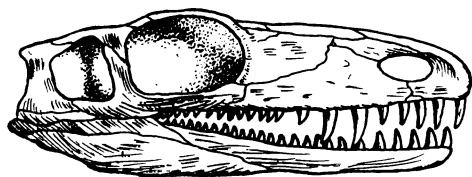
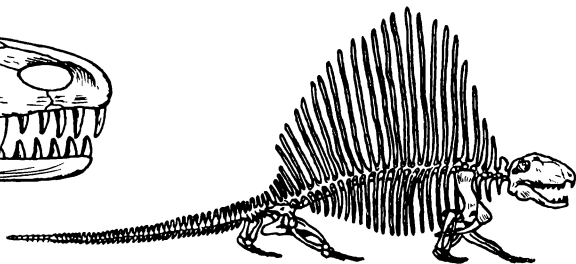


Рис. 186. Звероподобные ящеры:

1 — череп пеликозавра (обратите внимание на одну височную яму и примерно одинаковые, типичные для пресмыкающихся зубы); 2 — скелет диметродона — ящера с «радиатором» на спине; 3 — череп зверозубого ящера — циногната (зубы уже разной формы); 4 — реконструкция головы саблезубого ящера — иностранцевии



1



2



3



4

Скуловую дугу каждый из вас может прощупать у себя на скуле (мы-то ведем свою родословную от зверозубых). Дуги — не только средство для облегчения черепа. В образующееся под ними пространство входят мышцы для сжимания челюстей, смыкающие нижнюю челюсть с верхней.

В конце каменноугольного периода существовали звероподобные ящеры. Первые их поколения отличались от котилозавров очень незначительно, но у потомков, разделяемых на два отряда: низших звероподобных — пеликозавров и зверозубых, возникли уже существенные различия.

Из пеликозавров наиболее причудливыми были диметродоны с огромным гребнем на спине, который поддерживался верхними остистыми отростками позвонков. По-видимому, этот гребень был «радиатором»: в многочисленных кровеносных сосудах перепонки кровь охлаждалась, отводя избыток тепла. И наоборот, развернув свой гребень утром навстречу солнечным лучам, такой ящер быстро «прогревался», становился активным и отправлялся на охоту. Но такой терморегуляторный механизм был, вероятно, весьма уязвим для механических повреждений и потому успеха в эволюции не имел.

Особенно интересны зверозубые, сменившие пеликозавров. У большинства рептилий зубы однородные, конической формы и способны лишь захватывать пищу. У зверозубых они уже разной величины и формы: передние стали резцами, прилегающие к ним — клыками, порой огромной величины, боковые — коренными зубами (рис. 186).

Возникло костное нёбо — перегородка, разделившая носовую и ротовую полости. Это было важнейшим приобретением, позволявшим дышать во время захвата и пережевывания добычи, иначе частицы пищи с током воздуха все время «шли бы не в то горло». Кроме того, теплостроением в отличие от холоднокровных нельзя надолго прерывать дыхание. Исчез третий, теменной глаз, глазницу от которого видим на черепе сеймурии. У последних зверозубых чешуйки на теле сменились шерстью. Это наглядно свидетельствует о постоянной высокой температуре тела. Ясно, что животному, температура тела которого равна температуре окружающей среды, шерсть ни к чему. И наконец, у некоторых зверозубых нашлись в тазовой области косточки, похожие на таковые у кенгуру и других сумчатых млекопитающих. Похоже, зверозубы уже рождали живых детенышей и донашивали их в сумке. Фактически многие из них уже совершили переход в другой класс — класс млекопитающих.

Казалось бы, еще немного эволюционных шагов и появятся высшие млекопитающие, однако этого не случилось. Необычайный успех выпал на долю не млекопитающих, а диapsидных (двудужных) пресмыкающихся, которые на 160 млн. лет захватили всю нашу планету.

Мелкие, невидные млекопитающие, вроде землероек и ежей без иголок, весь этот срок просуществовали на вторых ролях. Кто знает, если бы эволюция не сделала такой непонятный зигзаг, может, человечество очень давно расселилось бы по всей Галактике.

ГЛАВА 16. БЫВШИЕ ВЛАДЫКИ ЗЕМЛИ — РЕПТИЛИИ

Класс пресмыкающихся (рептилий). Черепахи и вымершие анапсиды. Архозавры: ветвь крокодилов

Класс пресмыкающихся (рептилий)

В классе рептилий ползают, пресмыкаются лишь безногие формы. Но у всех ныне живущих ноги, относительно короткие, разведены в стороны от тела и туловище как бы подвешено на них, почти касаясь земли брюхом. По тому же типу устроены, например, саламандры, но рептилии значительно более подвижны.

Скелет у пресмыкающихся окостеневает полностью, а череп причленяется к позвоночнику одним мышелком, как у птиц, а не двумя, как у земноводных, зверозубых и млекопитающих. В позвоночном столбе уже четко выделяются *шейный, грудной, поясничный, крестцовый* и *хвостовой* отделы. Кожа рептилий сухая, защищена обычно роговыми щитками, или чешуями, и лишена кожных желез — потовых и сальных.

У них уже имеется настоящая, способная изменять объем грудная клетка, защищенная ребрами, смыкающимися с грудиной. Поэтому они дышат, всасывая воздух в легкие, а не глотают его, как амфибии. Легкие снабжены дыхательной трубкой — *трахеей*, стенки которой жесткие от хрящевых колец и не пережимаются при давлении. Трахея делится на два *бронха*, ведущих к легким.

Сердце, однако, у подавляющего большинства пресмыкающихся трехкамерное, желудочек еще не перегороден полностью, артериальная и венозная кровь отчасти смешивается. Впрочем, при сокращении желудочка его неполная перегородка, отходящая от брюшной части, примыкает к спинной, полностью разделяя артериальную и венозную половины. А у крокодилов правый (венозный) и левый (артериальный) желудочки вообще разделены, сердце у них четырехкамерное.

Пищеварительная система более сложная, чем у земноводных. Появляется *желудок*, а также *слепая кишка* (на границе между тонкой и толстой кишками). Имеется большая *печень* с *желчным пузырем* и *поджелудочная железа*.

Органы выделения — *почки (метанефрос)*: они расположены в тазовой области; мочеточники впадают в клоаку. Как вы помните, земноводные под угрозой обводнения должны все время выделять мочу. Пресмыкающиеся, напротив, ее экономят, что позволило им завоевать пустыни. Если же они плавают в воде, роговые щитки не дают организму обводниться, поэтому крокодилы, черепахи, несколько видов ящериц и змей смогли уйти в море. Избыток солей, получаемых с пищей и питьем, они выделяют со слезами или носовыми выделениями. (Отсюда и выражение «крокодиловы слезы».)

Основной конечный продукт азотного обмена — аммиак токсичен. К счастью, он отлично растворяется в воде и водные животные — рыбы и амфибии легко его выводят. Но рептилии экономят воду, и аммиак у них заменяется менее токсичными соединениями — мочевиной и мочевой кислотой.

Головной мозг рептилий более развит, чем мозг земноводных. Передний мозг увеличен благодаря разрастанию подкорковых узлов — *полосатых тел*. Особенно сильно развит *мозжечок* — отдел мозга, регулирующий координацию движений. Теменной орган у некоторых представителей класса пресмыкающихся хорошо развит, в нем можно различить хрусталик, хотя обычно он скрыт под кожей. У обычных глаз хрусталик уже может, настраиваясь на резкость, изменять свою кривизну. Совершенствуются также ухо и органы обоняния.

Рептилии — амниоты, оплодотворение у них внутреннее. Яичники и семенники примерно такие же, как у земноводных. Оплодотворенные яйца, покрытые кожистой или известковой (как у птиц) оболочкой, обычно самки зарывают в землю или песок. У рептилий северных областей нередко яйцеживорождение: яйца развиваются в яйцеводах, и самка рождает живых детенышей, или яйца откладываются уже перед выклевом. У некоторых ящериц и змей, например у ядовитой крупной гадюки — гюрзы, оболочки яиц в яйцеводах растворяются и кровеносная система зародыша срастается со стенкой яйцевода. Питание во время развития эмбрион получает от матери. Это уже настоящее живорождение.

Всего до наших дней дожило около 6 тыс. видов рептилий.

ЧЕРЕПАХИ И ВЫМЕРШИЕ АНАПСИДЫ

Современные черепахи (210 видов) населяют пустыни, тропические леса, болота, реки и моря. Но до наших дней дожила лишь половина некогда существовавших семейств. Некоторые достигали огромных размеров — до 5 м в длину. Они очень рано ответвились от общего ствола и потому остались анапсидами: череп у них цельный, без ям и дуг. Если и есть дуга, то только скуловая.

Самая характерная черта черепах — *панцирь*, состоящий из костных пластинок, покрытых роговидным веществом. Панцирь состоит из спинного щита — *карапаксом* и брюшного — *пластроном* (пластрон — основная часть мантишки, закрывающая грудь). Спереди и сзади в панцире имеется два отверстия, куда в минуту опасности втягиваются шея с головой и лапы. Шея при этом изгибается S-образно. Некоторые, впрочем (например, бокошейные черепахи), не изгибают шею, а закладывают ее вбок под панцирь. Наземные черепахи обычно растительноядны, как и большинство морских, но пресноводные часто хищничают, поедая рыбу, моллюсков, насекомых. Беззубые челюсти снабжены роговым клювом, укус которого у хищных черепах довольно чувствителен.

Черепахи медлительны, но водные их представители подвижны. При размножении самка задними ногами выкапывает ямку, куда откладывает яйца в твердой известковой скорлупе или мягкой кожистой (у морских и бокошейных), а затем засыпает ее. Развитие идет медленно, и молодые черепашки выбираются на поверхность земли порой через год.

Мясо черепах и их яйца съедобны, а у некоторых видов считаются деликатесом. Высоко ценятся также роговые щитки панциря. В результате многие виды, прежде массовые, оказались на грани уничтожения.

Больше всего черепах в тропиках и субтропиках. На юге обычна каспийская черепаха (в пресных водоемах от Испании до Дагестана и

Туркмении), европейская болотная черепаха на север доходит до Смоленска и средней Волги. Они не очень крупные (до 25 см) и живут десятки лет. Из сухопутных черепах встречаются средиземноморская (в Закавказье и Дагестане) и среднеазиатская. К тому же роду относятся слоновые черепахи Галапагосских островов в Тихом океане (длиной 110 см, массой до 400 кг) и гигантские — на Мадагаскаре и ряде островов Индийского океана. Это самые крупные наземные черепахи. Их, к сожалению, осталось мало. Морские черепахи, выделяемые в отдельный подотряд, имеют обтекаемый панцирь и ластообразные ноги. Всю жизнь они проводят в море, за исключением времени откладки яиц. Они крупнее наземных (зеленая, или суповая, черепаха тропической зоны всех трех океанов достигает 140 см). На беду, мясо и яйца морских черепах вкусны, да и панцири ценятся, что грозит им истреблением.

У мягкотелых черепах костный панцирь покрыт вместо рога мягкой кожей. На Дальнем Востоке водится китайский трионикс — хищная черепашка мелких рек и озер, размером до 30 см (другой вид — африканский, до 90 см).

По-видимому, в то же время, что и черепахи, от общего ствола рептилий отделились рыбащеры — ихтиозавры. Они вымерли 70 млн. лет назад. Ихтиозавры занимали в мезозойскую геологическую эру в морях и океанах место современных дельфинов, на которых были внешне очень похожи (рис. 187). У них тело было как у дельфинов и крупных быстроходных рыб вроде тунцов, мощный хвостовой плавник, голая кожа, гасящая завихрения воды. Ихтиозавры окончательно порвали с сушей и выползали на берег для откладки яиц не могли. У них возникло живорождение. Достигали они 13 м в длину.

Вторая морская группа вымерших рептилий — плезиозавры. Они, вероятно, вели себя как современные тюлени: с двумя парами мощных ласт, но с длинной «лебединой» шеей, на которой сидела маленькая голова, вооруженная многочисленными острыми зубами. Плезиозавры, скорее всего, выползали откладывать яйца на берег. Питались они мелкой рыбой, головоногими моллюсками — белемнитами, у одной группы зубы были плоские, для раздавливания раковин.

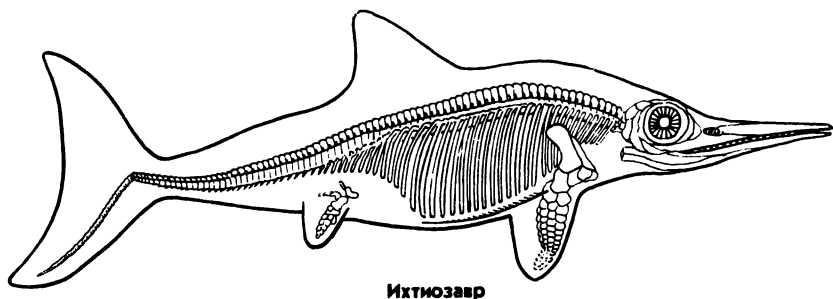
Страшными хищниками были родичи плезиозавров — плиозавры, достигавшие более 8 м в длину, имевшие змеевидное тело с широкими конечностями — лапами. На короткой шее сидела огромная, трехметровая голова с пастью, усаженной трехгранными зубами.

Все другие рептилии, и ныне живущие, и вымершие, относятся к группе диапсид.

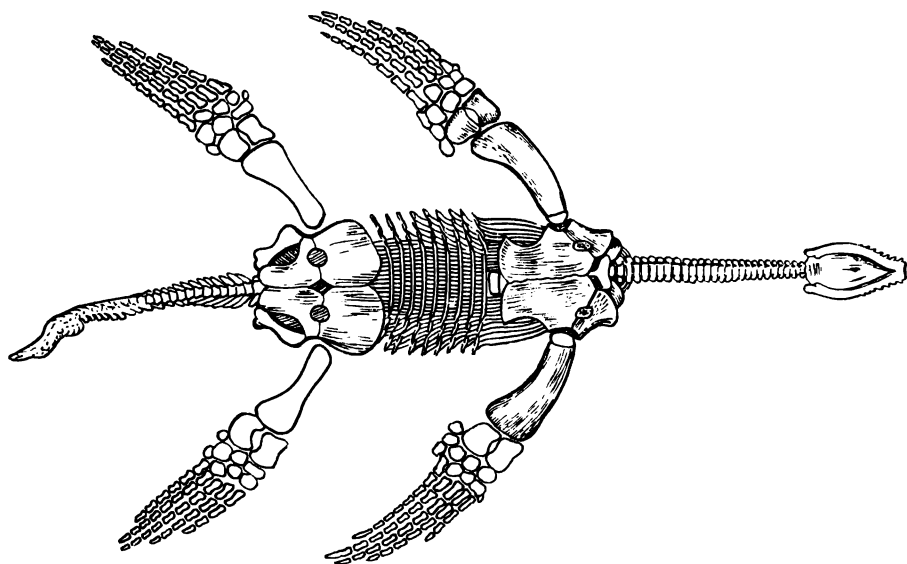
ОТРЯДЫ КЛЮВОГОЛОВЫХ И ЧЕШУЙЧАТЫХ: ЯЩЕРИЦЫ

Эозухиями, ранними крокодилами (от греч. «зухос» — крокодил), называли относительно мелких ящерицеобразных рептилий с двумя височными дугами — *диапсид*; они жили 250 млн. лет назад. Эозухии и считаются предками большинства всех ныне живущих рептилий (кроме черепах) и еще большего количества вымерших.

Из современных пресмыкающихся наиболее близка к эозухам гаттерия, или туатара (она же сфенодон), которую выделили в отдельный отряд клювоголовых. Отряду этому минимум 170 млн. лет, и сохранился



Ихтиозавр



Плезіозавр

Рис. 187 Вымершие морские ящеры

от него один вид, ранее широко населявший Новую Зеландию, а теперь сохранившийся на мелких безлюдных соседних островах. Гаттерий истребили завезенные человеком собаки и свиньи.

Внешне гаттерия напоминает массивную большую (до 75 см) ящерицу с гребнем от затылка до хвоста из мягких широких шипов, она тусклого оливково-зеленого цвета с мелкими желтыми пятнами (рис. 188). И все-таки это не ящерица. У нее нет ни барабанных перепонки, ни среднего уха, хорошо выражены обе височные ямы, помимо зубов имеется роговой клюв, образованный краями челюстей, есть брюшные ребра (как у крокодилов, это не

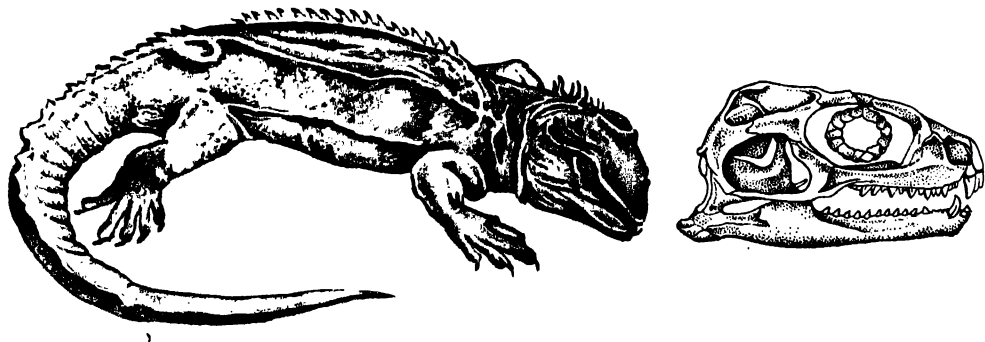


Рис. 188. Гаттерия:

справа — череп гаттерии (видны обе височные дуги)

настоящие ребра, а остатки панциря стегоцефалов). В сердце есть венозный синус (как у рыб и земноводных), позвонки примитивны, есть остатки хорды, хорошо развит теменной глаз и нет копулятивного органа.

Живут гаттерии в норах, питаются насекомыми, червями, моллюсками. Это одно из самых холодостойких пресмыкающихся: лучше всего чувствует себя при 6—18 °С. Самка гаттерии закапывает в землю яйца, из которых через 12—15 мес. выходит молодь.

Несравненно дальше отошли от эозухий представители отряда (или подкласса) чешуйчатых, куда входят ящерицы и змеи. Это единственная процветающая (4 тыс. видов) ветвь рептилий. У них из двух височных дуг сохраняется одна верхняя, или обе исчезают, когда редуцируются образующие их кости.

У чешуйчатых, как указывает название, тело покрыто роговой чешуей. Исходный тип строения — ящерицеподобный. Многие ящерицы теряют конечности и переходят к ползанию. Таких часто путают со змеями, которые отделились от общего с ящерицами предка очень рано.

Наиболее специализированная группа ящериц — хамелеоны. Их выделяют в отдельный подотряд (а то и отряд). Хамелеоны приспособлены к древесному образу жизни (рис. 189), у них хватательные конечности, похожие на цепкие клещи, хвост может закручиваться в спираль и обвиваться вокруг ветки. Веко кольчатое, сплошь, как диафрагма, закрывающее глаз, лишь с небольшим отверстием для зрачка, глаза очень подвижны и могут вращаться в разные стороны. Язык длиннее туловища с головой и может далеко «выстреливаться» вперед. На его конце есть присоска для захвата добычи (сила захвата до 50 г). Самцы у некоторых видов имеют рога. Широко известна способность хамелеонов менять окраску.

Самка откладывает в норку яйца в пергаментообразной скорлупе, откуда через 3—10 мес. выходит молодь. Некоторые хамелеоны яйцеживородящие. Питаются они насекомыми. Подавляющее большинство их обитает в Африке и на Мадагаскаре, где живет самый крупный вид (более 0,5 м). Единичные виды проникли в Испанию, Малую Азию, один вид обитает в Индии и на Цейлоне.

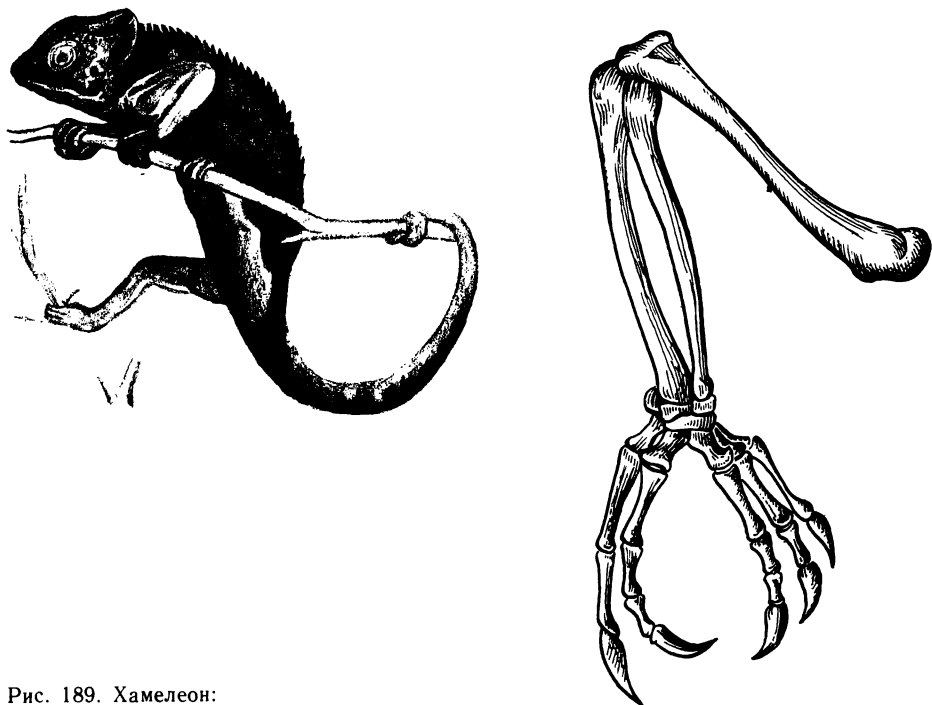


Рис. 189. Хамелеон:
справа — скелет ноги

3500 видов «обычных» ящериц объединены в 20 семейств. Известны цепкопалые, или гекконы, у которых утрачены обе височные дуги. Это мелкие, редко средней (35 см) величины ящерки, способные бегать по стенам и потолку комнат. На пальцах у них не присоски, а щеточки из микроскопических волосков, цепляющиеся за неровности, как плоды репейника. Будучи схваченными хищниками, они отбрасывают хвост, который потом отрастает (это наблюдается во многих семействах ящериц). Гекконы выходят на охоту ночью, многие могут издавать характерные звуки. Распространены они по всем тропикам и субтропикам. Пустынные представители гекконов роют норки в песке, где отсиживают днем. На север они идут до пустынь Средней Азии и Казахстана, низовьев Волги, есть и в Крыму, а также по всей Южной Европе.

В большом семействе игуан есть и насекомоядные, и растительноядные формы. Крупные достигают 2 м в длину. Все семейство исключительно американское, за исключением немногих видов на Мадагаскаре и островах Фиджи (рис. 190).

Игуаны-василиски с причудливым гребнем и «шлемом» на голове могут, быстро перебирая длиннопалыми задними ногами, бегать по воде тропических рек Панама и Коста-Рики. Местные жители их зовут джезу-кристо — «Иисус Христос». Другие удивительные игуаны Галапагосских островов описаны еще Ч. Дарвином в «Путешествии на корабле «Бигл». Метровые конолофы, ярко-желтые и кирпично-красные, питаются сочными кактусами-опунциями, а

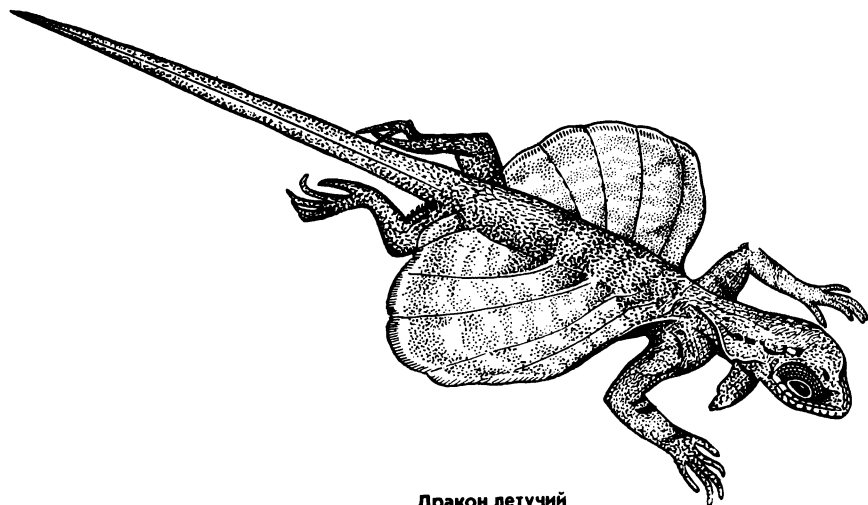


Геккон



Игуана зеленая

Рис. 190. Ящерицы



Дракон летучий

более крупные (в
теглях среди соев)
Избыток солей они

К ним близка самая крупная (180 см и более) зеленая игуана Центральной Америки — легуан. Удивительна и рогатая, усаженная мягкими шипами мексиканская фринозома: при опасности она выбрызгивает струйки крови из носа и глаз. Мясо игуан высоко ценится местными жителями.

В Старом Свете (Африка, Южная Азия, Австралия) игуан замещает семейство агам. У агам зубы могут быть разной величины и формы и внешне напоминать клыки, резцы и коренные зубы млекопитающих. Из них удивителен индонезийский летучий дракон, пролетающий от дерева к дереву до 30 м на кожных складках, поддерживаемых ложными ребрами. Многие агамы ярко раскрашены. Севернее всех идут степная агама Казахстана и агама Кавказа.

К ним близки круглоголовки. Ушастая круглоголовка среднеазиатских пустынь (до 24 см) при тревоге приобретает «угрожающую позу» — широко раскрывает рот и оттопыривает кожистые складки («уши») по бокам головы. Еще сильнее сходный механизм развит у австралийской плащеносной ящерицы (длиной до 80 см). Она же может бегать на задних ногах, напоминая миниатюрного динозавра.

В отдельное семейство выделяют спинков — мелких, крайне редко средних и крупных (до 60—65 см) ящериц, населяющих теплые области всех материков. Многие из них приспособились к подземному образу жизни, а иные потеряли ноги и стали змеевидными.

Всем известны представители семейства настоящих ящериц. У нас известна крупная зеленая ящерица (до 30 см). От Южной Англии до Монголии распространена прыткая ящерица и самая северная живородящая (доходит до Карелии и Колымы). На юге ящерицы значительно разнообразнее.

В семействе веретеницевых много змеевидных форм, потерявших конечности. От Балкан, Крыма до Южного Казахстана и Средней Азии распространен крупный (до 120 см) желтопузик, питающийся не только насекомыми, но и ящерицами, птенцами и мелкими змеями. Известна также веретеница ломкая, или медяница (до 60 см), легко отбрасывающая ухваченный хищником хвост. Как и желтопузика, ее боятся, считая ядовитой змеей. Но она безвредна (да и вообще не змея).

Единственные ядовитые и даже опасные для человека ящерицы — ядозубы, обитающие в США и Мексике. Они достигают 50—90 см в длину и имеют ядовитые железы у основания зубов. Кожа их идет на поделки, так что они значительно истреблены, и ловля их теперь запрещена законом. Ядозубы выделены в отдельное семейство.

Самые крупные и самые высокоорганизованные ящерицы — представители семейства варанов. У них сильные, мускулистые ноги с когтистыми пальцами, острые зубы. Язык раздвоенный и, как у змей, может высываться и втягиваться в особое влагалище. У варанов хорошо развит орган Якобсона — обособленная часть обонятельного мешка, богато снабженная нервами. Варан собирает на поверхности высунутого языка молекулы пахучих

веществ, а потом засовывает его в яacobсонов орган. Это приспособление встречается и у других ящериц, способных высовывать язык, но у варана чутье не уступает собачьему.

Обитают вараны в тропических джунглях, саваннах, степях и пустынях. Одни хорошо лазают по деревьям, другие прекрасно плавают. Как и другие группы ящериц, они закапывают яйца в землю.

Пустынный, или серый, варан населяет Северную Африку, Среднюю и Юго-Западную Азию. Эта крупная ящерица (до 160 см) питается насекомыми, скорпионами, пауками, грызунами, ящерицами, ядовитыми змеями, любит птичьи яйца. Укрывается в норах грызунов, но иногда может выкопать убежище сама. Укус варана может лишить человека пальца, но чаще он поворачивается задом, отбиваясь сильным хвостом. Бегаёт быстро (до 120 м/мин), но быстро и утомляется. Мясо его съедобно, ценится и кожа, поэтому численность его снизилась.

В тропиках вараны крупнее, и самый большой — варан маленьких индонезийских островов Комодо, Ринджа, Падар и Флорес. С хвостом он превышает 3 м и достигает массы 150 кг. Питается в основном падалью, но при случае не упустит неосторожного оленя, кабана, обезьяну, причем подкрадывается к добыче медленно и бесшумно.

Но даже комодский варан — карлик по сравнению с вымершими 70 млн. лет назад мезозаврами — морскими ящерицами, имевшими длинное змеевидное тело, огромную пасть и две пары конечностей — лап. Внешне и «по профессии» они соответствовали плиозаврам, но были не их родичами, а полностью ушедшими в море ящерицами.

У подземных червеобразных амфисбен (двуходок) чешуй нет, тело покрыто сплошной роговой пленкой, пересеченной бороздками. Глаза у них скрыты под кожей, и передний конец трудно отличить от заднего: они с одинаковой скоростью ползают в своих подземных ходах передом и задом. Питаются муравьями и термитами, достигая 70 см в длину. 140 их видов обитает в Южной Америке, Мексике, Африке и Южной Азии (один вид в Испании). Амфисбен выделяют в отдельный подотряд, потому что, строго говоря, их нельзя назвать чешуйчатыми — чешуй-то нет.

ПОДОТРЯД ЗМЕЙ

Змей (2700 видов) выделяют в отдельный подотряд. Предками их были какие-то пресмыкающиеся эпохи динозавров, близкие к предкам варанов. Вы уже знаете, что многие ящерицы из разных семейств теряют конечности и пресмыкаются на брюхе в полном смысле этого слова. Но змеи начали этот путь раньше и достигли, идя по нему, совершенства.

Основной признак змей — длинное, лишённое конечностей, покрытое чешуей тело (однако по этому признаку за змею можно принять безногую ящерицу). Другое отличие: веки змей срастаются и становятся прозрачными, закрывая глаз (нечто подобное наблюдается и у роющих, и у ночных ящериц — некоторых видов gekkonov и спинков). Другими словами, характерные признаки змей, как исключение, могут встретиться у ящериц (и наоборот).

Внутреннее строение более характерно. Из-за отсутствия поясов конечностей позвоночник трудно разбить на отделы. У особо длинных и тонких он состоит из многих позвонков, до 435. Ребра очень подвижные, и грудина

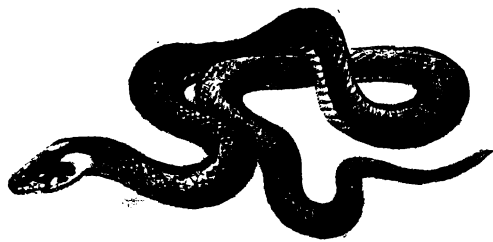
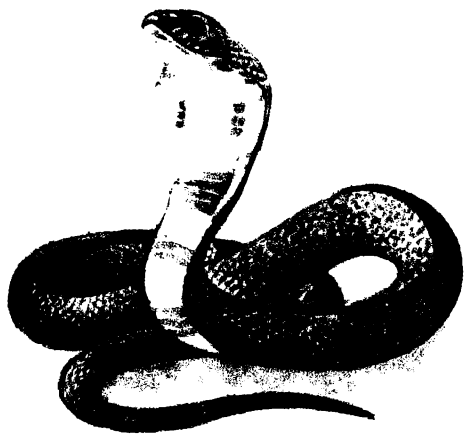
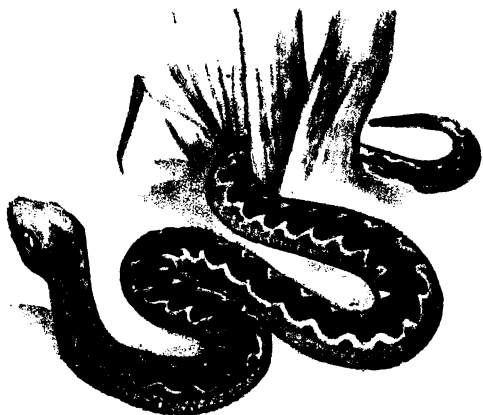


Рис. 191. Змеи, уж обыкновенный (темная разновидность)

Уж обыкновенный



Кобра



Гадюка обыкновенная

отсутствует. Подвижность ребер играет важную роль в движении змей: они, образно говоря, «ходят на ребрах» (рис. 191).

Очень характерен череп: все кости лицевой части подвижно соединены, нижняя челюсть подвешена на эластичных, растягивающихся, как резина, связках. Поэтому змея может проглотить добычу куда толще ее тела, например куриное яйцо. Зубы тонкие и острые, загнуты назад, а ядовитые зубы могут складываться острием назад, как лезвие складного ножа.

Из-за узкого, вытянутого туловища все внутренние органы также вытянуты: почки лентовидны, мочевого пузыря нет, левое легкое редуцировано и у большинства змей полностью исчезло, головной мозг небольшой, спинной, наоборот, мощный и длинный.

У змей совершенства достигает яacobсонов орган вместе с длинным раздвоенным языком, поэтому обоняние развито хорошо. (Язык этот невежественные люди называют жалом — и совершенно зря, потому что язык мягкий.) Зрение развито хуже, особенно плохо видят змеи во время линьки, когда сросшиеся веки мутнеют и отслаиваются вместе со старой кожей. Слышат они также плохо: у них нет наружного слухового отверстия и среднее ухо упрощено. Но звуки, передающиеся по земле, слышат. Зато у некоторых змей на верхней части головы имеется *термолокатор* — ямки, воспринимающие инфракрасное излучение. Руководствуясь им, они в полной темноте могут охотиться, например, на мышей.

Ползают змеи бесшумно и очень изящно, со скоростью до 5 км/ч. При этом они извиваются, по телу проходит волна от головы до хвоста. У крупных и толстых змей извивы тела незаметны, только сбоку видно, как на брюшной части сокращаются и расслабляются мышцы.

Все змеи — хищники и заглатывают добычу целиком, от червей и моллюсков до теплокровных животных. Добычу часто убивают ядом. Ядовитые змеи — видоизмененные слюнные, в височной части головы. Сила яда у змей различна, разнообразно и их действие, но можно выделить две основные группы. Яд кобры (очковой змеи) и морских змей действует на нервную систему. Укус почти безболезненный, и жертва умирает от паралича дыхательной мускулатуры. В сильно разбавленном виде он используется в медицине для снятия острых болей у больных раком. У гадюк, щитомордников, гремучих змей яд действует в основном на кровь (яд, действующий на нервы, есть и у них, но обычно быстро разрушается). Жертва гибнет от внутренних кровоизлияний; укус болезненный. Яды этой группы используются в медицине для остановки наружных кровотечений, особенно у гемофиликов — людей, у которых кровь не свертывается.

Смертельно опасны очень немногие змеи, в основном тропические. Основной метод лечения: наложить шину, перетянуть вены выше укуса (если он в руку или ногу) и доставить в клинику для введения противозмеиной сыворотки. Кстати, сыворотку нельзя получить без самого змеиного яда. Существует профессия ловцов змей, есть змеиные питомники, где яд у змей сцеживают ударами слабого (6—8 В) электрического тока. Много яда идет и на изготовление лекарств. Вот почему змей нужно не истреблять, а, наоборот, охранять.

Наиболее примитивными считаются мелкие, ведущие подземный образ жизни слепуны, или слепозмейки, у которых глаза скрыты под кожей. Питаются они в основном муравьями, безвредны и малоизвестны. Куда более прославлено семейство ложноногих змей — питоны и удавы. Название это семейство получило от остатков задних конечностей — едва выступающих из кожи коготков по бокам анального отверстия. У этих змей еще сохранились остатки заднего пояса конечностей — таза (см. рис. 191), есть оба легких. Ядовитые зубы у них отсутствуют, и добычу они душат, сжимая в кольцах тела.

Питоны обитают в тропиках Старого Света, от Африки до Австралии. Самый крупный (до 10 м) — сетчатый питон Индонезии крайне редко может быть опасен для детей и подростков (обычная его добыча не превышает размеров козленка). Местные жители часто держат в хижинах питонов — красивых и спокойных змей — для борьбы с крысами.

Самка питона, отложив яйца, «насиживает» их, обвиваясь вокруг кладки. Температура ее тела повышается тогда на 12—15 °С выше температуры окружающей среды. Насиживание длится 1—1,5 мес., в это время она ничего не ест. Впрочем, все змеи могут поститься месяцами.

Удавы от питонов отличаются незначительными деталями строения. Распространены они и в Америке, и в Африке, и в Азии. В отличие от яйцекладущих питонов удавы яйцеживородящие.

Самый мелкий удав — земляной (25—30 см) — живет на Кубе; его добыча — ящерицы и лягушки. Самая большая змея в мире — водяной удав,

или южноамериканская анаконда (рекорд длины — 11 м 43 см). Она проводит больше времени в воде, чем на суше. Местные жители ее опасаются, в принципе она может задушить человека в кольцах, хотя случаев нападения на человека не отмечалось.

Самые северные удавы (удавчики) — западный (идет до Дагестана) и восточный (до Казахстана). Они мелкие (80—90 см) и задушить в кольцах тела могут только ящерицу, мышь или воробья.

Огромное (свыше 60% всех современных видов змей) семейство ужей о б р а з н ы х распространено очень широко. Большинство ужеобразных неядовито, или зубы их слишком мелкие, чтобы укусить человека. У ужей отсутствуют остатки задних ног и таза, есть только правое легкое. У ядовитых видов яд стекает по бороздке на передней части зуба. Обыкновенный уж населяет Северную Африку, всю Европу и Азию до Монголии. Его легко узнать по светлым (от оранжевого до белого) пятнам по бокам головы. Уж безвреден, будучи схваченным, выпускает из клоаки вонючую жидкость. Питается в основном лягушками, очень любит воду. Южнее, в бассейне Черного и Каспийского морей, обычен водяной уж, еще более связанный с водоемами и питающийся рыбой. Самые красивые наши виды — тигровый и японский ужи из Приморья.

К ужам близки крупные (до 2 м) полозы. Из них самый северный вид — желтобрюхий полоз (желтобрюх, не путать с желтопузиком!), населяющий Южную Европу до реки Урал. Полозы неядовиты, но могут чувствительно кусаться.

На Дальнем Востоке и в Закавказье есть и другие виды полозов, которых очень (и зря!) боятся и убивают при первой возможности. Их основная пища — грызуны, реже мелкие птицы и их яйца.

Также совершенно безобидны распространенная в Европе змея — медянка (не путать с медяницей!) и тоненькая стремительная стрелка — змея среднеазиатских пустынь.

Но есть среди ужеобразных и ядовитые. От укуса южноафриканского бумсланга может погибнуть человек (яд по действию схож с ядом кобры). Гораздо менее опасны яркие и пестрые древесные змеи тропиков Азии; они могут, сплотив брюхо, планировать с дерева на дерево.

Оправдан страх людей перед представителями семейства аспидовых. У них в ядовитых зубах есть канал, по которому впрыскивается яд. Обитают они в Центральной и Южной Америке, Африке, Южной Азии и Австралии. Это крупные (до 3,5 м) тайпаны и тигровые змеи, смертельные (это не эпитет, а название!) змеи, но чемпион среди них гамадриад — королевская кобра. В Индии, Южном Китае, Индонезии, на Филиппинах она достигает 5,5 м. Человек от ее укуса гибнет через полчаса, немного больше выдерживает слон. Особенно опасна самка, охраняющая гнездо с кладкой яиц. Питается гамадриад в основном другими змеями, в том числе ядовитыми.

Настоящие кобры при опасности поднимают переднюю часть туловища и расставляют шейные ребра («надувают капюшон»). Это позволяет им экономить яд, отпугивая людей и животных. Кобра на север доходит до Южной Туркмении. Плюющие кобры Южной Азии и Африки могут выстреливать струйки яда, целясь в глаза. В Африке опасны также крупные мамбы и целый ряд других.

Одно семейство змей ушло в море. У морских змей хвост сплюснен с боков. Питаются они рыбой и живут в тропических морях Индийского и Тихого океанов. Яд у них близок к яду кобры и самый сильный среди змеиных, но для человека морские змеи не опасны и, будучи схваченными, даже не пытаются укусить.

Наиболее совершенный ядовитый аппарат развился у семейства гадюковых. Они населяют Африку, Европу и Азию. Обыкновенная гадюка не очень велика (редко до 75 см), окраска ее изменяется от серого до черного, с зигзагообразной полосой вдоль хребта. Это самая северная ядовитая змея, она доходит до 68° с. ш. в Европе и 63° с. ш. в Сибири. Питается в основном мышевидными грызунами, реже птенцами и ящерицами. Как правило, укус гадюки не смертелен, опасна эта змея лишь для детей, когда кусает в лицо. Значительно опаснее ее родственница — гюрза, толстая, до 1,6 м длины змея, распространена от Марокко до Средней Азии. При укусе она впрыскивает около 50 мг яда, смертность достигает 10% (впрочем, потревоженная гюрза шипит, как спущенная камера, сообщая, что сейчас атакует). Самый эффективный метод лечения — введение сыворотки «антигюрза». Еще опаснее южноазиатская цепочная гадюка — дабойя. И гюрза, и дабойя ценны тем, что из их яда делают кровоостанавливающие препараты и другие лекарства.

Из других гадюковых далеко на север, до Средней Азии, доходит песчаная эфа (видимо, она описана в «Маленьком принце» Сент-Экзюпери). Это небольшая (50—60 см), но с сильным ядом змея, красиво расписанная зигзагообразными полосами и светлыми пятнами, на голове у нее светлый силуэт летящей птицы. Потревоженная эфа свертывается, как говорит, «в тарелочку», издавая шуршание чешуек, похожее на треск кипящего масла. У эфы любопытная особенность: на сыпучем песке, не дающем опоры при ползании, она движется боком, выбрасывая в направлении движения среднюю часть тела, а затем подтягивая голову и хвост. Без лечения погибает 5% укушенных.

У семейства ямкоголовых змей хорошо развиты термолокаторы в ямках между ноздрями и глазами, давших название семейству. У нас от устья Волги до Тихого океана широко распространен обыкновенный (палласов) щитомордник (до 70 см). Укус его болезненный, но не смертельный (не следует применять к больному дикие методы лечения, вроде прижиганий, вырезания места укуса, накладывания жгута на срок более 30 мин, пока укушенная конечность не омертвеет, и т. д.). На Дальнем Востоке к нему присоединяется близкий вид — восточный.

Потревоженные щитомордники стучат по земле хвостом, издавая характерный звук. Еще лучше эта особенность развита у гремучих змей, обитающих в Америке на материке, где ямкоголовые достигли расцвета. У гремучек при каждой линьке на конце хвоста остается чехлик-погремушка от старой шкурки. Вибрируя хвостом, гремучая змея издает звук, слышный на десятки метров, — она стрекочет, как узкоплечный кинопроектор. Для человека наиболее опасна крупная (до 1,5 м) жаракака Южной Америки. В Бразилии она на первом месте среди змей, наносящих укусы (смертность достигает 12%). Самая крупная (до 3,6 м) ямкоголовая змея Экваториальной Америки — бушмейстер (при укусе вводит до 5,6 мл яда), но этот вид

редок. Боятся в Центральной и Южной Америке и страшного гремучника — каскавелы. У него яд сочетает свойства кобриного и гадючьего, так что смертность укушенных (без лечения) доходит до 70%. Гремучники уносили бы гораздо больше жертв, если бы перед укусом не предупреждали: «иду на вы». Кое-где местные жители их едят.

ОТРЯДЫ АРХОЗАВРОВ: ДИНОЗАВРЫ И ПТЕРОЗАВРЫ

От «ранних крокодилов» — эозухий кроме чешуйчатых произошла и другая ветвь — псевдозухии (лжекрокодилы). Они отличались тем, что зубы у них сидели в ячейках (как у человека). Такие зубы называют *текодонтными*, отсюда и название центрального отряда — *текодонты*. Многие псевдозухии перешли к хождению на задних ногах. От них происходят не только динозавры и летающие ящеры — птеродактили и настоящие, дожившие до наших дней крокодилы, но и класс птиц. Вся эта группа, кроме птиц, именуется *архозаврами*.

Динозавров не нужно всех считать громадными чудовищами. Кроме самых больших наземных животных нашей планеты в этой группе были и небольшие, а то и мелкие, размером с кошку или ворону. (В переводе «динозавр» — дивный, удивительный, страшный ящер.)

У всех динозавров был диапсидный, двудужный тип черепа, крошечный мозг, многие из них ходили или прыгали на задних ногах. Группу динозавров разделяют на два отряда — ящеротазовые и птицетазовые.

У ящеротазовых тазовый пояс мало отличается от таза других рептилий (с поправкой на двуногое хождение). Его образуют три парных элемента — *подвздошная, лобковая и седалищная кости*. Запомните эти названия: такие кости есть и у человека. Начали ящеротазовые как хищники, которые ходили на двух ногах, опираясь на мощный хвост. Концом этой эволюции был величайший наземный хищник — тиранозавр (царь, рис. 192) и другие его родичи — карнозавры. Это были 5—6-метровые в высоту треножки из ног, похожих на ноги гигантской хищной птицы, и мощного хвоста, увенчанного огромной головой, вооруженной 20-сантиметровыми зубами-кинжалами. Наоборот, передние конечности превратились в крошечные лапки.

Другая ветвь ящеротазовых динозавров опустилась на четыре лапы, они стали обитателями прибрежных вод, поедающими мягкую водную растительность. Эти ящеры — *зауроподы*, такие, как бронтозавр, атлантозавр, диплодок, были самыми крупными четвероногими на Земле. (Диплодок означает «двудум»: кроме крошечного головного мозга у этого ящера было расширение спинного мозга в районе крестца.)

Представители третьей ветви ящеротазовых — *целурозавры* были небольшими, похожими на страусов, но без перьев и с длинным хвостом (см. рис. 192). Передние конечности их были хватательными, голова маленькая с беззубым клювом. Полагают, что целурозавры питались яйцами других динозавров, насекомыми и прочей мелкой добычей.

Дж. Рассел предположил, что, если бы динозавры не вымерли, они бы в конце концов породили мыслящих человекоподобных существ — гуманоидов. По его мнению, такой гуманоид мог возникнуть из целурозавра — ведь у них были цепкие освобожденные передние конечности («руки») и двуногая походка. Он даже описал внешний вид этого гуманоида (см. рис. 192).

Отряд птицетазовых динозавров произошел, скорее всего, от псевдозухий — текодонтов независимо от ящеротазовых. Строго говоря, оба отряда в той же мере родственники, как все динозавры и птицы. У птицетазовых таз образован не тремя, а четырьмя парными элементами, четвертый — вырост лобковой кости.

Среди птицетазовых хищников не было, все они были растительноядными, хотя и, вероятно, не всегда мирными. Ранние птицетазовые ходили на задних ногах, опираясь на хвост. Среди них наиболее известен кенгуроподобный (но в длину до 10 м) игуанодон («игуанозуб» — из-за сходства его зубов с зубами ящерицы игуаны, тоже растительноядной). Потомками игуанодонов были утконосые динозавры — полуводные, наподобие бегемотов ящеры — траходоны. У них передние части челюстей были оформлены в виде утиного клюва, а в задней их части сидело до 2 тыс. зубов, по мере истирания сменявшихся. Стоя на задних лапах, траходон достигал 5 м и выше.

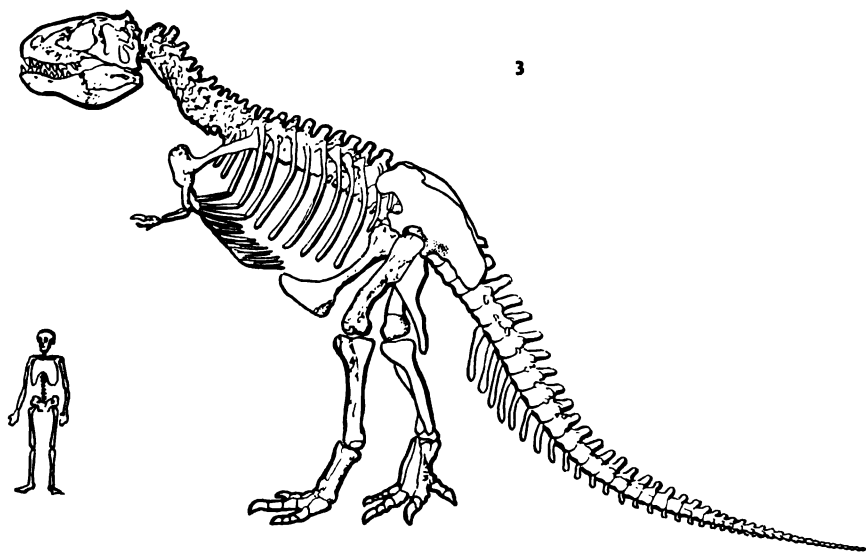
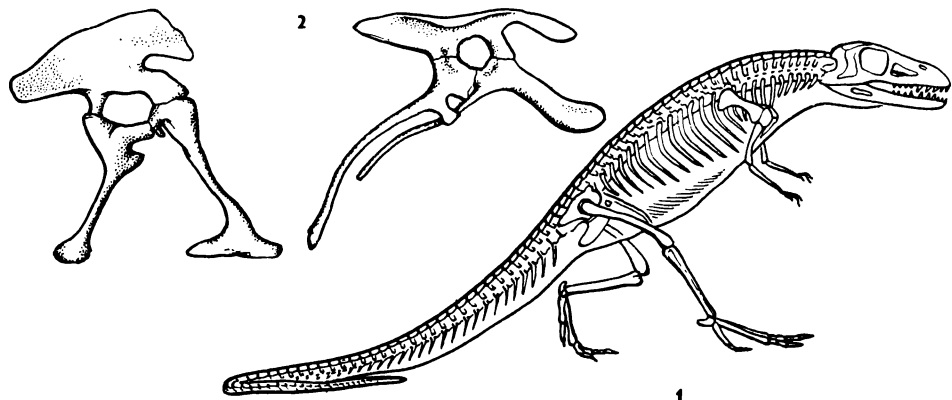
Другие птицетазовые опустили на четыре ноги. Причудливый вид имели стегозавры (до 6 м длины). На их спине и хвосте были не только огромные костные шипы, но и плоские придатки — пластины с обильным кровоснабжением (по-видимому, радиаторы, отводившие избыточное тепло).

Панцирные динозавры — анкилозавры покрылись сплошным панцирем из сросшихся костных щитков. Это были настоящие живые «танки» с шипастым хвостом, до 8—9 м длины. Другие — рогатые динозавры — имели мощные рога и костяные воротники, закрывающие шею. Шестиметровый трицератопс (трехрогий) мог, наверное, одним ударом таких рогов выпотрошить тиранозавра (рис. 193).

Есть предположение, что крупные динозавры были теплокровными. У них, скорее всего, возникали трудности с отводом лишнего тепла, слишком невыгодное у них было соотношение массы тела и поверхности. Не имея, как все пресмыкающиеся, потовых желез, они не могли охлаждаться испарением пота, сильно перегревались и были, вероятно, активны по ночам.

Наверняка теплокровными были представители второй ветви, идущей от текодонтов, — летающие ящеры, или птерозавры. У них четырехпалые передние конечности с редуцированным мизинцем превратились в перепончатые крылья, державшиеся на чрезвычайно удлинённом безымянном пальце. Первые птерозавры имели зубатые челюсти и длинный хвост. У поздних зубы редуцировались, хвост исчез, кости, как у птиц, стали полыми. На остатках некоторых была обнаружена короткая шерсть. Гигантский птеранодон в размахе крыльев достигал 8 м. Недавно были обнаружены части скелетов еще более крупных птерозавров, в размерах не уступавших истребительно-перехватчику. Это были самые большие летуны в истории нашей планеты (рис. 194).

Почему вымерли динозавры, птерозавры (а также плезиозавры, ихтиозавры и т. д.)? Примерно на те же сроки приходится вымирание головоногих моллюсков аммонитов и ряда других животных. Пока это неразгаданная тайна. Выдвигалась масса предположений (падение гигантского метеорита, внезапное охлаждение Земли, вспышка в окрестностях Солнца сверхновой звезды, извержение вулканов, появление ядовитых растений и даже вирусная инфекция). Но все гипотезы не объясняют эту загадку до конца. По-



чему, например, черепахи и крокодилы этот период пережили, а стегозавры и большая часть ихтиозавров и птерозавров вымерли раньше? Надо помнить, что вымирание не было одномоментным, а растянулось на несколько миллионов лет. В истории Земли это, конечно, краткий миг, но на захватившую всю планету катастрофу не очень похоже. Разгадка еще впереди.

АРХОЗАВРЫ: ВЕТЬ КРОКОДИЛОВ

Три бога-брата древнегреческой мифологии поделили между собой сферы влияния: Зевсу (Юпитеру) досталась земля, Посейдону (Нептуну) — море,



Рис. 192. Динозавры:

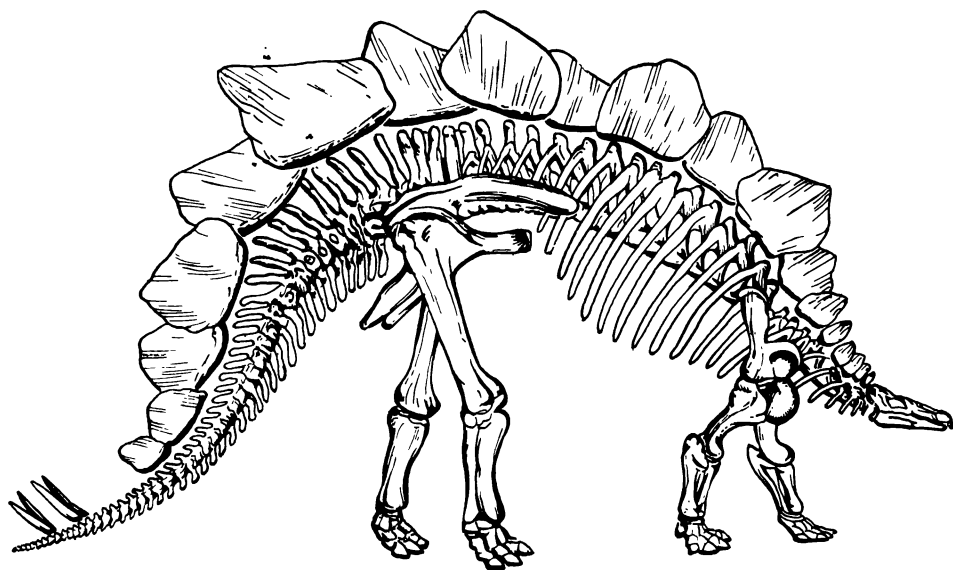
1 — текодонт (справа — исходная форма всех динозавров около 1 м длиной); 2 — строение таза ящеротазового и птицетазового динозавров (слева); 3 — скелет тираннозавра (для масштаба дан скелет человека); 4 — реконструкция целурозавра. Внизу — разумный человекоподобный динозавр, который мог бы возникнуть из целурозавров, если бы они не вымерли

Аиду (Плутону) — подземный мир мертвых. Неңто сходное было у трех ветвей архозавров: динозавры царили на суше, птерозавры — в воздухе, а крокодилы ушли в пресные воды, отчасти в моря. Последние выиграли, процветая до наших дней, когда уже давно вымерли динозавры и птерозавры. Лишь в нашем веке над крокодилами нависла реальная угроза — истребление человеком. Теперь в ряде мест их охраняют и выращивают на фермах.

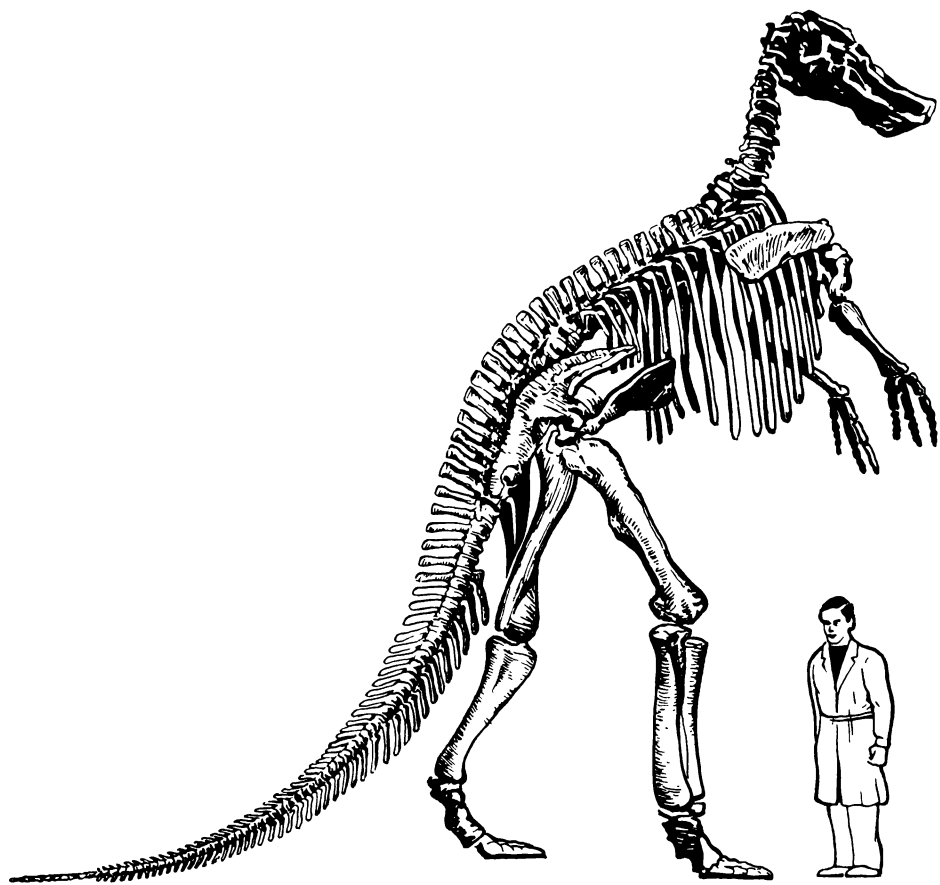
28 видов современных крокодилов населяют тропики и отчасти субтропики Южной, Центральной и Северной Америки, Африки, Южной Азии и Север-



Игуанодон



Стегозавр (скелет)



Ящер утконосый

Трицератопс

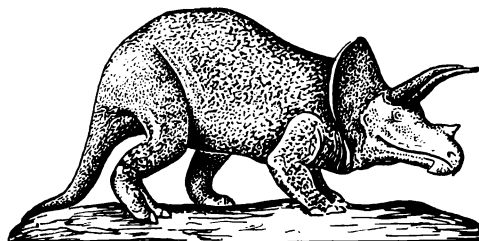


Рис. 193. Птицетазовые динозавры

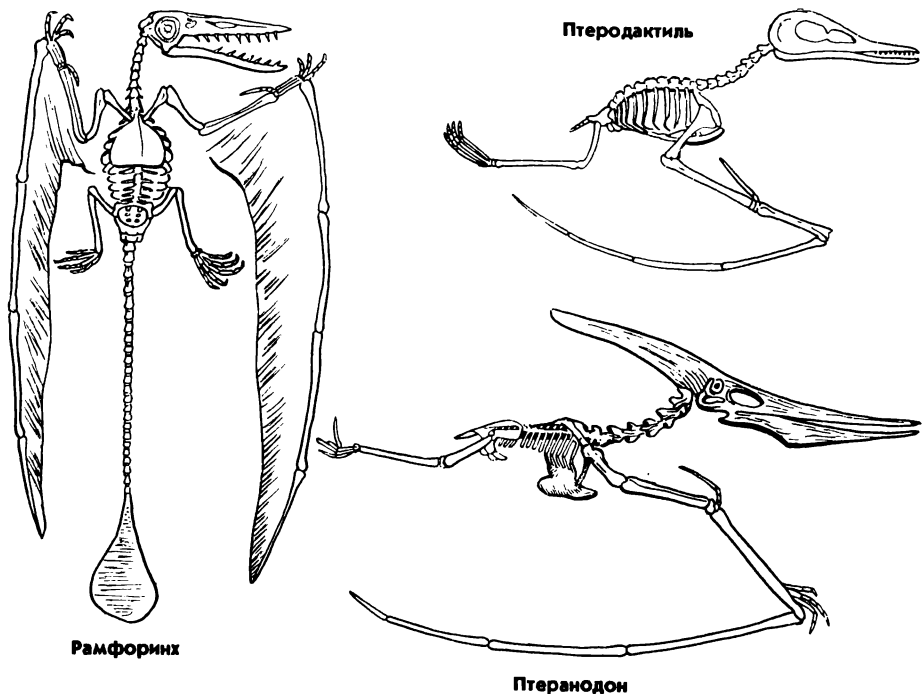


Рис. 194. Скелеты летающих ящеров

ной Австралии. Крокодилы ящерицеобразны, с длинными, сплюснутыми с боков хвостами. Тело покрыто крупными роговыми чешуями, под которыми расположены костные пластины. Череп классический двудужный (диапсидный).

У крокодилов развивается костное, *вторичное нёбо*, разделяющее носоглотку и ротовую полость. Такой признак возник у зверозубых ящеров и от них унаследован нами. Но у нас он позволяет пережевывать пищу, не задерживая дыхания. Крокодилы глотают жертву не жуя, у них за редкими исключениями зубы простые *конические текодонтные* (сидят в ячейках). Нёбо позволяет им глотать под водой, выставив на поверхность лишь ноздри, сместившиеся на передний конец морды и сидящие на возвышениях глаза. Когда крокодил плавает, над водой виден лишь этот зловещий треугольник вершиной (ноздриями) вперед.

У крокодилов самая совершенная кровеносная система из всех ныне живущих рептилий. Желудочки сердца у них полностью разделены. Но артериальная и венозная кровь все-таки отчасти смешивается, так как от обоих желудочков отходит по аорте, которые в месте перекреста соединяются, хотя и не сливаются в одну спинную аорту, как у других пресмыкающихся. Проблему несмешиваемости артериальной и венозной крови полностью



Крокодил нильский

Рис. 195. Крокодилы

удалось решить только родственникам крокодилов — птицам и млекопитающим.

На суше крокодилы относительно малоподвижны, хотя и способны к коротким стремительным броскам, но плавают они прекрасно, иногда уходя в море на сотни километров от берега. Самки в горячий прибрежный песок или специальное гнездо из гниющей растительности откладывают до 100 яиц размером с гусиные, покрытых известковой скорлупой. Кладку охраняет самка. Взрослыми крокодилы становятся в 10 лет, а живут до 100 лет и более.

Семейство аллигаторов, или кайманов, — американское (рис. 195). Они распространены от юго-восточной части США до Аргентины. Лишь один вид живет в Китае, в нижнем течении Янцзы, что свидетельствует об азиатском происхождении аллигаторов. У них относительно короткая и широкая морда, питаются они в основном рыбой. Только черный кайман бассейна Амазонки достигает 4,5 м и может быть опасен для человека, прочие (их семь видов) вдвое меньше.

Семейство настоящих крокодилов населяет тропики всех четырех континентов. У них морда длиннее и уже. По всей Африке, кроме Нила, где он истреблен, распространен опасный нильский крокодил (до 6 м). Ему не уступает гребнистый крокодил Южной Индии, Индонезии и Северной Австралии, из всех современных видов наиболее приверженный к соленой воде.

Маленький (до 1,8 м длины) тупорылый крокодил Африки имеет уплощенные задние зубы и питается крабами и моллюсками. У него самая короткая морда, длина ее немногим больше ширины. Наоборот, у индонезийского гавиалова крокодила морда очень длинная. Назван он так за сходство с гавиалом — крокодилом из священной индийской реки Ганг, у которого морда превратилась в зубатый пинцет для схватывания рыбы. Хотя гавиал достигает 6 м в длину и более, для человека он не опасен.

ГЛАВА 17. ПОКОРИТЕЛИ ВОЗДУХА — ПТИЦЫ

Класс птиц. Нелетающие птицы. Надотряд плавающих птиц — пингвины

Класс птиц

Ранняя ветвь архозавров — псевдозухий (лжекрокодилов) относительно рано стала приспосабливаться к полету. Долгое время развитие птиц сдерживалось захватившими их поле деятельности летающими ящерами, но в конце концов птицы победили и после вымирания других архозавров заселили всю Землю, дали множество форм, да и сейчас находятся в состоянии расцвета. Сейчас на Земле живет около 8600 видов птиц, представленных не менее чем 100 млрд. особей, и роль их в жизни планеты огромна. Расцвет этот объясняется прогрессивными признаками птиц, из которых немаловажен покров из перьев. Чешуйки рептилий у них превратились в сложные структуры — *перья*.

Перо птиц имеет упругий стержень (ствол), конец которого у крупных перьев полый и называется *очин*ом (в память о тех временах, когда перья очинялись перочинными ножиками для письма). От ствола отходят пластины — *опалы*, образованные тонкими роговыми *бородками* (рис. 196). На бородках сидят бородки второго порядка, сцепляющиеся друг с другом крючками. Перьевой покров необычайно легок, плохо проводит тепло и придает телу птицы обтекаемую поверхность. У летающих птиц на теле есть лишние перьевые участки — *аптерии*, покрытые перьями других участков — *птерилий* (см. рис. 196). Под наружными перьями расположены пуховые — с мягким стволем и несцепленными бородками. Перьевой покров легко намокает, поэтому птицы смазывают перья маслянистыми выделениями копчиковой железы, расположенной над корнем хвоста. Особенно эта железа развита у водоплавающих. Но если на поверхности воды появляется нефтяная пленка, перья загрязняются ею и птица гибнет.

Крупные перья передних конечностей — *маховые* слагают самый совершенный летательный аппарат, превосходящий перепончатые крылья насекомых, птерозавров и летучих мышей (рис. 197). Человек еще со времен Икара тщетно пытается воспроизвести этот принцип машущего полета, по экономичности идеальный.

Все строение тела летающей птицы прекрасно приспособлено к долету. Скелет туловища малоподвижен и образует жесткую конструкцию, ряд позвонков срастается, образуя с тазовыми костями жесткий *сложный крестец*. Хвостовые позвонки также срастаются в одну кость для поддержания рулевых перьев. Грудинная кость большая, и на ней появляется большой гребень — *киль* для крепления крыловых мышц (рис. 198).

Ребра с крючковидными отростками также образуют прочную, но легкую конструкцию: ведь крупные кости у летающих птиц полые. К ребрам прирастают и легкие, поэтому движение ребер при полете автоматически приводит к вентиляции легких. Череп максимально облегчен, современные птицы не имеют зубов, они заменены роговым клювом.

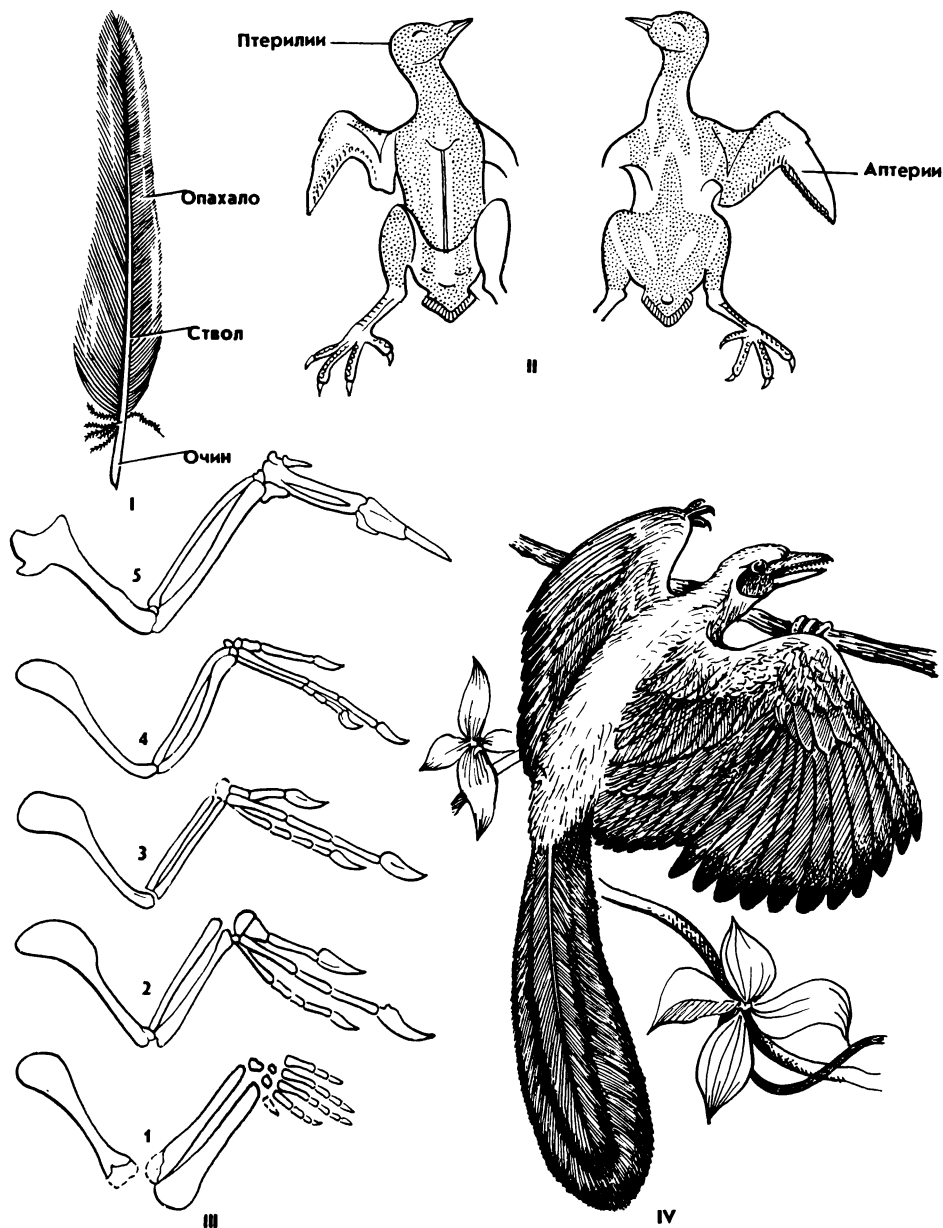


Рис. 196. Строение птиц:

I — строение пера птицы; II — птерилии и аптерии на теле птицы; III — становление птичьего крыла из лапы ящера: 1 — скелет передней конечности ящера орнитозуха; 2 — то же ящера дейнонихуса; 3 — то же для орнитолестеса; 4 — то же для археоптерикса; 5 — то же для голубя. Внизу — реконструкция вымершего археоптерикса («древней птицы»). Обратите внимание на зубатый клюв, свободные пальцы на крыле и длинный, как у ящерицы, но усаженный перьями хвост

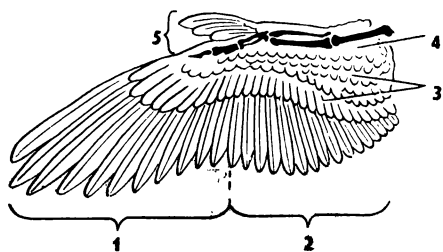


Рис. 197. Оперение крыла птицы:

1, 2 — маховые перья; 3 — плечевые перья; 4 — верхние кроющие перья; 5 — крылышко

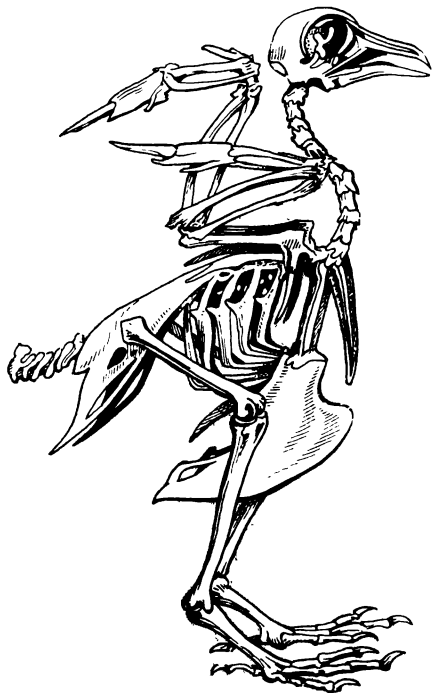


Рис. 198. Скелет голубя.

Обратите внимание на киль грудины, к которому крепятся мышцы

Передняя конечность птиц — опора для маховых перьев — имеет три пальца, которые выступают наружу только у птенца южноамериканской птицы — гоацина (рис. 199). Большинство элементов сростается. Задние конечности ходильные, с короткой и мощной бедренной костью. Малая берцовая сростается с большой, к которой прирастает верхний ряд костей предплюсны. Нижний ряд элементов предплюсны образует одну кость — *цевку* (она имела у двуногих динозавров). На ногах у птиц от четырех до двух (например, у африканского страуса) пальцев.

Мощная мускулатура птиц позволяет им летать со скоростью до 160 км/ч (у черного стрижа), в среднем 50—90 км/ч.

Так как современные птицы беззубы, пища поступает через длинный пищевод в *зоб*, где подвергается предварительному химическому воздействию непережеванной. Из зоба она поступает в желудок, состоящий из двух отделов: *железистого* и *мускулистого* — *пупка*. Пупок заменяет птицам зубы: пропитанная пищеварительным соком пища размельчается в нем сокращениями мускулистых стенок. Этому процессу помогают проглоченные птицей камешки, выполняющие роль жерновов. От желудка отходит двенадцатиперстная кишка, обвивающаяся вокруг поджелудочной железы. (Название из анатомии человека, из тех времен, когда размеры определяли перстами — пальцами.) Печень у птиц большая, пищеварение идет быстро. Двенадцатиперстная кишка переходит в *тонкую*, а та в короткую *толстую* кишку, откры-

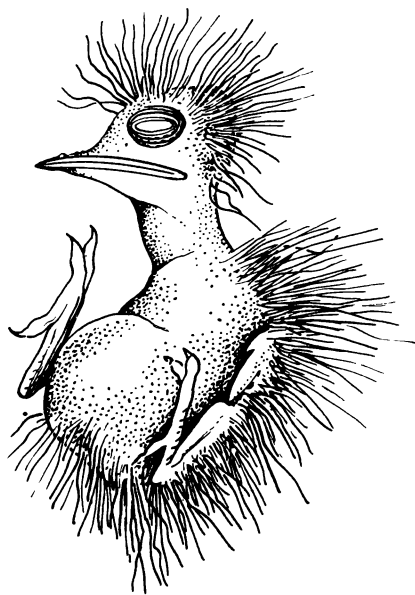
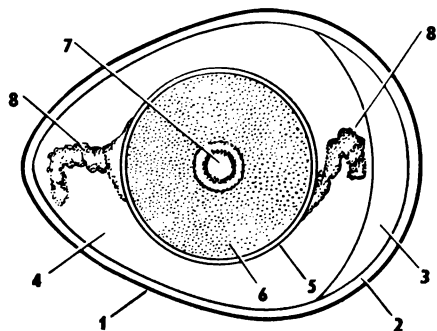
вающуюся в клоаку. У многих птиц имеются и выросты кишечника — *слепые кишки*, увеличивающие всасывающую поверхность.

Обмен веществ у птиц очень интенсивен, и температура тела даже в норме доходит до 42 °С. Чтобы обеспечить интенсивный обмен веществ, нужно много кислорода. Поэтому у птиц имеются не только легкие, которые вентилируются тем интенсивнее, чем чаще взмахи крыльев, но и воздушные мешки, во много раз превышающие легкие по объему. Их несколько: *носоглоточные*, парные *шейные*, *переднегрудные*, *заднегрудные* и *брюшные* плюс непарный *межключичный мешок*. Когда птица поднимает крылья, мешки расширяются и заполняются воздухом из легких. При опускании крыльев мешки сжимаются и воздух, **выходя** из них, продувает легкие на выходе второй раз. Это двойное дыхание избавляет птиц от одышки: чем быстрее они летят, тем сильнее дышат.

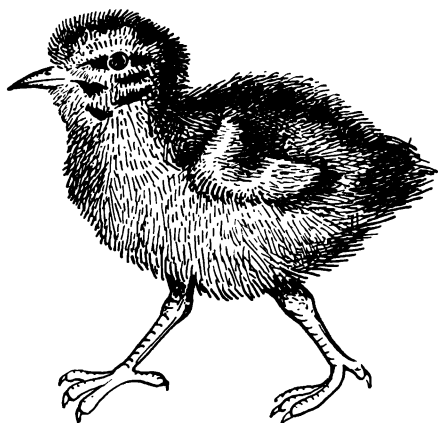
В сердце птиц *два предсердия* и *два желудочка*: в правой паре кровь венозная, в левой — **артериальная**. У зародыша, как у пресмыкающихся, две дуги *аорты*, у **взрослой** птицы остается одна, отходящая от левого желудочка и **поворачивающая** вправо (правая дуга). Она несет только чистую, не смешивающуюся с венозной, богатую кислородом кровь и переходит в спинную аорту. А **из правого** желудочка кровь поступает в легочные артерии, ведущие к легким. У птиц малый круг кровообращения отделен от большого, **артериальная** кровь становится венозной лишь в капиллярах, где отдает кислород и получает углекислый газ. Они окончательно разделили венозную и **артериальную** кровь («водопровод и канализацию») и решили



Рис. 199. Взрослый гоацин и его птенец, цепляющийся за ветки когтями крыла



Птенец птенцовой птицы



Птенец выводковой птицы

Рис. 200. Схематический разрез через птичье яйцо (вид сверху):

1 — скорлупа; 2 — подскорлуповые оболочки; 3 — воздушная камера; 4 — белок; 5 — желточная оболочка; 6 — желток; 7 — зародышевый диск; 8 — халазы (белковые шнуры, за которые подвешен желток; вращаясь на них, желток всегда оказывается зародышевым диском кверху). *Внизу* — птенец птенцовой (отряд воробьиных) и выводковой (отряд куриных) птиц

проблему, впервые вставшую перед кистеперой рыбой, вдохнувшей первый глоток атмосферного воздуха.

Выделительная система птиц состоит из *почек*, расположенных в тазовой области. От почек идут *мочеточники*, впадающие в клоаку, мочевого пузыря нет. Большая часть воды из мочи всасывается стенками клоаки, поэтому моча птиц густая, кашицеобразная. Основной продукт азотного обмена — мочевая кислота. Соли выводятся носовыми железами, особенно сильно развитыми у птиц, связанных с морем.

У самца вблизи почек располагаются парные бобовидные *семенники*, впадающие в клоаку. Особого совокупительного органа у птиц (кроме гусей и страусов) нет, и сперматозоиды вводятся посредством стенок выворачивающейся клоаки.

У самок для снижения массы тела развивается только левый яичник и яйцевод. Оплодотворенные яйца спускаются по яйцеводу, по пути покрываясь слоем белка, скорлуповыми оболочками и известковой скорлупой. Яйцеживорождение у птиц отсутствует, что также связано с необходимостью максимально облегчить тело для полета. Поэтому яйцо поступает в нижние отделы яйцевода — *матку* и *влагалище*, а оттуда в клоаку. Так как птицы теплокровны, им приходится насиживать яйца, согревая их телом. Лишь австралийские большеноги (сорные куры) откладывают яйца в специально сооружаемые груды растительных остатков («инкубаторы»). Строение яйца довольно сложное (рис. 200).

Вы уже знаете, что птицы — амниоты и имеют амнион и аллантоис (см. рис. 182). Из яиц, отложенных *птенцовыми* птицами (например, голубями), выклеывается голый, едва покрытый пухом птенец, совершенно беспомощный. У *выводковых* птиц (кур, уток) птенец хорошо опушен и с первого часа после выклева способен бегать и клевать пищу.

Нервная система птиц хорошо развита. Особенно сильно развит *мозжечок*, координирующий движения в полете. Полушария мозга больше, чем у пресмыкающихся, сильно развиты зрительные доли мозга. Огромные глаза птиц способны к аккомодации (наводке на резкость) двумя способами: изменением формы хрусталика и изменением расстояния между ним и сетчаткой. Птицы хорошо различают цвета, и зрение у них в основном развито более, чем слух. Недаром зоркость орлов и соколов вошла в поговорку. Обоняние же у большинства птиц плохое, обонятельные доли мозга обычно малы, за исключением нелетающей птицы киви.

Довольно большой мозг птиц свидетельствует о их высоком развитии. Птицы способны к сложным формам деятельности. У них часты случаи брачных турниров (токование), они легко обучаются новому. (Когда в Англии молоко стали развозить по домам в запечатанных фольговыми крышечками бутылках, синицы быстро научились вскрывать эти крышки и выпивать верхний слой сливок.) Сезонные перелеты, устройство сложных гнезд — все это свидетельствует о хорошо развитой высшей нервной деятельности. В поведении птиц важную роль играет *импринтинг* (*запечатление*): вышедший из яйца птенец начинает считать матерью любого, кто его вскармливает, и потом следует за ним.

НЕЛЕТАЮЩИЕ ПТИЦЫ

В разных отрядах птиц некоторые представители, особенно на островах, где нет хищников, теряли и теряют способность к полету. Таковы галапагосский баклан, огромный голубь-дронт с острова Маврикий, ныне истребленный. Современные издавна нелетающие птицы объединяются в надотряд бескилевых, или бегавших (в нем 3—4 отряда). Бескилевыми их называют потому, что у них грудина плоская, без кия. Крылья их претерпевают разные стадии редукции, и в мощных грудных мышцах нет необходимости (киль не нужен, крепить к нему нечего).

Представители отряда эпиорнисов вымерли на острове Мадагаскар недавно, в XVIII или даже XIX в. Похоже, они были самыми тяжелыми из бескилевых (массой около 450 кг) и откладывали самые большие (до 9 л в объеме) яйца.

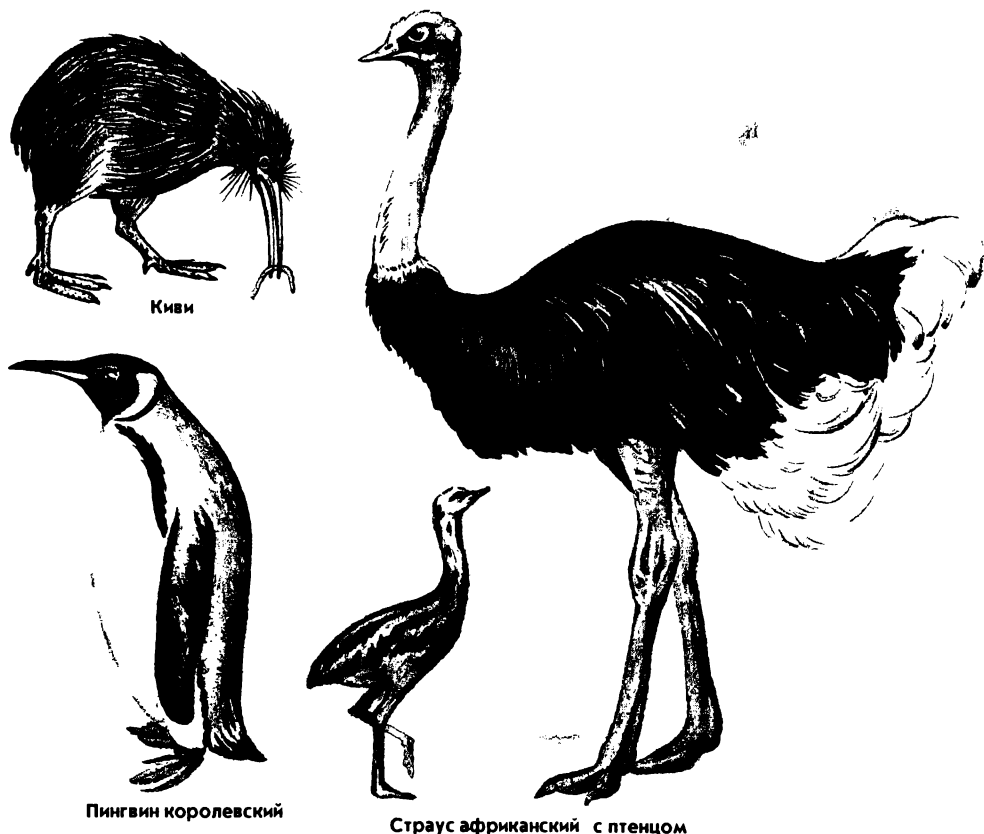


Рис. 201. Нелетающие и плавающие птицы

В отряде африканских страусов — один вид, ныне обитающий в Африке, а ранее, уже в эпоху человека, распространенный от украинских степей до Китая. Это огромная, в высоту до 270 см, птица на мощных двупалых ногах (рис. 201). У этой птицы оперение рыхлое, бородки перьев не сцепляются друг с другом и не образуют перьевых пластинок. Поэтому слабообразованные крылья не способны поднять 50—90-килограммовое тело страуса в воздух. Однако бегают они отлично со скоростью до 70 км/ч. Кости у них неполые. Защищаются страусы, лягаясь ногами (такой удар может убить льва).

Как и прочие страусы, африканский всеяден, с уклоном в растительную пищу. Самец и самка поочередно насиживают 42 дня кладку из 15—20 яиц (иногда несколько самок откладывают яйца в одно гнездо). Яйцо весит до 2 кг (примерно 36 куриных) и покрыто толстой скорлупой.

Красивыми маховыми и рулевыми перьями страуса раньше украшали не только дамские шляпы, но и шлемы рыцарей. Теперь спрос на них упал, но страусов до сих пор разводят на фермах. Уход за ними несложен, а созревают они в три года.

Два вида из отряда нанду, или американских страусов, населяют степи Южной Америки, от Бразилии до Патагонии. Нанду мельче африканского страуса (150 см высоты, до 50 кг массы), на ногах у него три пальца, голова и шея покрыты мелкими перышками. Несколько самок откладывают яйца в общее гнездо, насиживает кладку самец.

Представители отряда эму и казуары населяют Австралию, Новую Гвинею и близлежащие острова. У них крылья еще более недоразвиты. Эму достигает 170 см высоты и 40—55 кг массы, буроватое оперение его выглядит как шерсть. Яйца насиживает тоже только самец. Казуары — обитатели тропических лесов, окрашены более ярко и имеют на голове «шлем», вроде петушиного гребня. У них также яйца насиживает самец, реже самка.

Птица киви населяет густые сырые леса Новой Зеландии. Киви сближают с эму, но часто выделяют в отдельный отряд. Самые близкие ее родственники — огромные страусоподобные моа — истреблены первыми жителями этих островов. В высоту они достигали 3 м.

Из всех бескилевых киви самая маленькая (высота до 55 см, масса до 3,5 кг). Крылья у нее практически исчезли, их остатки скрыты в волосовидном оперении. Ноги короткие и широко расставлены, так что киви передвигается как заводная игрушка. Клюв длинный, ноздри смещены к концу. Питаются киви в основном земляными червями, находя добычу с помощью обоняния.

Самка обычно откладывает одно яйцо, но огромное (до 500 г) — в плоское гнездо. Насиживает, как это принято у бескилевых, самец.

НАДОТРЯД ПЛАВАЮЩИХ ПТИЦ — ПИНГВИНЫ

Пингвины — нелетающие, но отлично плавающие птицы Южного полушария. На суше они неуклюжи и ходят переваливаясь и держа тело вертикально, иногда ползают на брюхе, отталкиваясь ногами. Крылья их превратились в сильные ласты. Пингвины под водой летят, как другие птицы в воздухе, взмахивая крыльями и руля ногами, с разгона могут выскочить на льдину или довольно высокий берег.

У пингинов на грудиने есть *киль*, к которому крепятся мощные крыловые мышцы. Кости у них неполые, аптерий нет, перьевой покров чрезвычайно плотный.

Пищу — мелкую рыбу, криль, кальмаров — пингвины находят в море. Гнездятся они большими колониями, до сотен тысяч пар. Ныне их известно 15 видов.

Самый крупный пингвин — императорский (до 120 см высоты и 45 кг массы). Он гнездится на льдах Антарктиды. Самка откладывает единственное крупное (до 500 г) яйцо. В самый разгар антарктической зимы самец не насиживает яйцо, а «настаивает», зажимая между лапами и складкой на нижней части живота. Самки в это время уходят кормиться в море и возвращаются лишь перед выклевом, чтобы подменить самцов.

Не евшие 4 месяца самцы идут в море подкрепиться, а самки выхаживают еще не оперившихся птенцов до сентября, первого в Антарктиде весеннего месяца. Тогда возвращаются самцы. Перелиняв, родители ведут своих уже подросших птенцов в море.

Севернее, на более теплых антарктических островах, живет королевский пингвин. Он немного мельче и не достигает в высоту метра. Вместе с королевскими пингвинами живут еще более мелкие пингвины Адели, самые многочисленные в Антарктиде. Все другие живут севернее, некоторые, следуя за течениями холодных течений, проникают даже до тропиков и экватора.

ОТРЯД ЛЕТАЮЩИХ ПТИЦ (КИЛЕВЫХ)

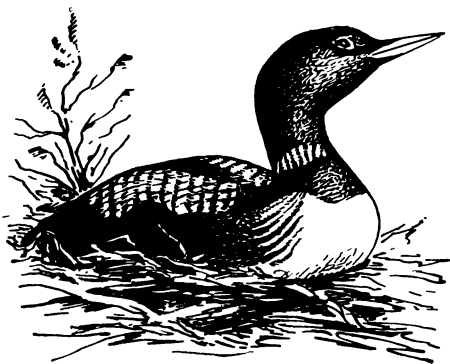
подавляющее большинство птиц, не утративших способности к полету или же утративших ее недавно, разделяются на 34 отряда. Рассмотрим некоторые из них.

Похожие на куropаток тинаму, или скpытохвосты, по некоторым деталям анатомии сближаются с бескилевыми птицами. Этот маленький отряд обитает в Южной Америке и на территории нашей страны мало известен. Но у нас встречаются представители отряда гагар — крупные (до 4,5 кг массы) водоплавающие птицы (рис. 202). Гагары отлично плавают и ныряют, проходя под водой за 2 мин до 300 м. Три вида гагар — чернозобая, краснозобая и полярная — населяют Северную Евразию и Северную Америку.

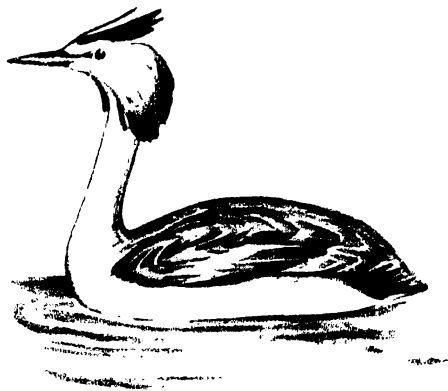
Близки к гагарам более мелкие поганки, или чомги, — тоже водоплавающие. У нас широко распространена самая крупная (массой до 1400 г) чомга. Есть она и в Австралии, и в Африке. Поганки строят из камыша и тростника плавучие гнезда, в которых насиживают яйца. Вылупившиеся птенцы сразу идут в воду. При опасности они прячутся в оперении матери на спине, а она ныряет, уплывая от хищника вместе с выводком.

У представителей отряда трубконосых ноздри заключены в длинные роговые трубочки. Это — морские птицы, некоторые из них всю жизнь проводят в океане, появляясь на отдельных островах лишь для откладки яиц. Откладывают они всего по одному яйцу, как пингвины. Однако их считают самыми многочисленными птицами на Земле. Это альбатросы, буревестники, качурки. Странствующий альбатрос, размером с лебедя и с размахом крыльев до 4,5 м, любит сопровождать суда, питаясь отбросами. Альбатросы могут часами парить, практически не шевеля крыльями, используя завихрения воздуха над волнами. В тихую погоду альбатрос предпочитает не летать, а сидеть на воде (тогда он похож на самого обыкновенного гуся). Буревестники обычно мельче и также охотно сопровождают суда, в первую очередь рыболовные и китобойные. Самые мелкие, размером с ласточку, трубконосые — качурки (они и щебечут как ласточки). Английские моряки их называют «цыплята матушки Кэри», т. е. цыплята Богородицы. (Было поверье, что в них вселяются души погибших в море. Возможно, это поверье отражено и в русском просторечном выражении «окочуриться» — умереть.) Качурки питаются мелкими ракообразными, но также любят кормиться близ судов, как воробьи на суше у помоек.

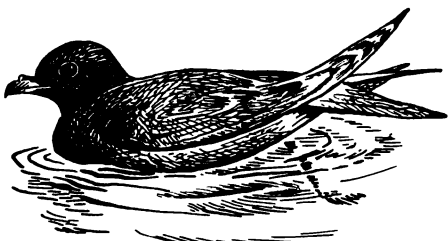
С водой связаны также птицы из отряда веслоногих: бакланы, пеликаны, фаэтоны, олуши, фрегаты. Фаэтоны и фрегаты — птицы тропиков, образующие колонии на островах. Рыбу они хватают с лету; на воду фрегаты садятся неохотно, а фаэтоны вообще воды боятся, но летуны превосходные. Олуши — крупные птицы размером с гуся, ныряют за рыбой, пикируя на нее с большой высоты. Бакланы же гнездятся у всех водоемов,



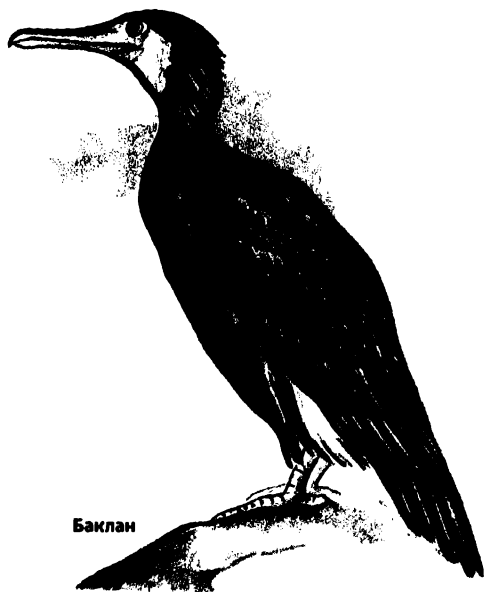
Гагара чернозобая



Чомга



Качурка



Баклан



Пеликан кудрявый

богатых рыбой, будь то моря, озера и реки. У нас они обычны от Кольского полуострова до Байкала, изобилуют в Северном Каспии. Это превосходные ныряльщики. Самый крупный — большой баклан достигает 3 кг массы. Но самые величественные веслоногие — п е л и к а н ы. Наш розовый пеликан весит до 10—11 кг, а кудрявый еще больше. Это массивные птицы с большими крыльями и огромным клювом, в 4—5 раз превосходящим длину головы. На нижней стороне клюва у них имеется растяжимый кожистый мешок — «авоська» для складывания мелкой рыбы на корм птенцам. Оперение и подкожный слой у них рыхлые, заполнены воздухом. Так что, в отличие от бакланов, нырять они не могут. Вода выталкивает пеликана, как пробку. Наши виды гнездятся в устьевых частях рек, впадающих в Черное и Каспийское моря и крупные озера.

По другому пути приспособления к воде пошли птицы из отряда голенастых (аистобразных): цапли, аисты, ибисы и близкий к ним отряд фламинго. Это крупные и средних размеров птицы, не имеющие плавательных перепон на пальцах длинных ног, с длинным прямым (у цапель и аистов) и изогнутым (у ибисов) клювом (рис. 203).

Это птенцовые птицы, гнездящиеся колониями, обычно на высоких деревьях у воды. Большинство добывают пищу (мелкую рыбу, лягушек, насекомых) на мелководье. У нас обычна цапля серая (от Санкт-Петербурга до Якутска). Она живет на юге (до Африки, Цейлона и Мадагаскара). На юге встречается также рыжая цапля. В последние годы широко (до устья Волги) распространилась египетская цапля. Большая белая и малая белая цапли, распространенные чуть ли не повсеместно, некогда в массе истреблялись из-за красивых перьев — эгреток (к счастью, мода изменилась). Встречается у нас и выпь — скрытная, сидящая в камышах и тростниках среднего (до 1 кг) размера птица; в первую половину лета выпь издают звуки, похожие на рев быка.

Крупные (до 4 кг) белые аисты не боятся людей (существует поверье, что они приносят в дом счастье и детей) и потому устраивают огромные гнезда на крышах домов, ближних деревьях и даже на фабричных трубах. Питаются они в основном лягушками и полевыми мышами, на зиму улетают в Африку. Наоборот, черный аист, широко распространенный по Евразии, — осторожная лесная птица. К этому семейству относятся африканские марабу с огромным клювом, питающиеся в основном падалью.

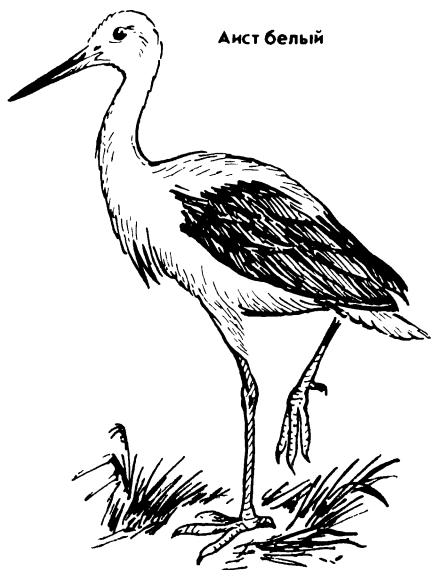
В семейство ибисов зачислены колпицы — крупные белые цапли с ложкообразно расширенным клювом (у нас живут на юге в низовьях рек), темно-зеленые каравайки с изогнутым клювом и священный ибис (символ древнеегипетского бога мудрости Тота), который порой залетает в области Черного моря и Каспия.

К ибисам близки удивительные птицы фламинго, выделяемые в особый отряд. Они очень голенасты (это самая длинноногая птица мира), клюв изогнут, с роговыми зубчиками по краям, образующими цедильный аппарат, как у гусей и уток. Оперение у них розовое или красное, концы крыльев черные. Вид летящей стаи фламинго изумительно красив и запоминается на всю жизнь.

В отличие от цапель и аистов фламинго — выводковые птицы, птенцы их рано покидают гнездо — коническую башенку, слепленную из ила. Самка



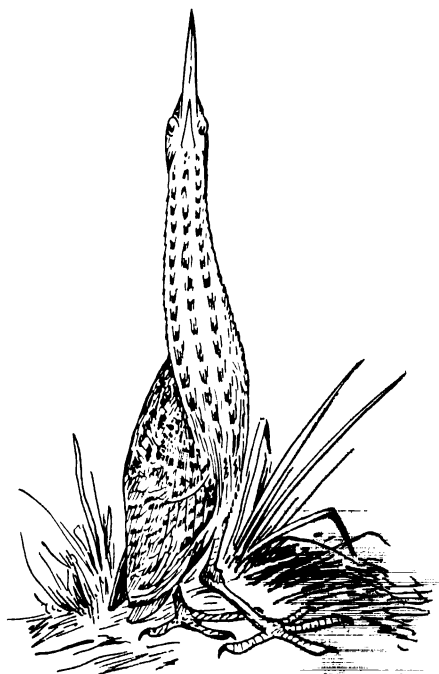
Цапля серая



Аист белый



Ибис



Выпь

насиживает яйца, свешивая ноги по бокам гнезда. Гнездятся эти птицы колониями, обычно на мелководьях соленых озер Казахстана, юга Франции, Африки. Близкие виды обитают в Америке. Питаются фламинго рачками-артемиями и водорослями, сцезивая их через клюв. Из-за вкусного мяса они изрядно истреблены и нуждаются в охране.

Клюв, отсеживающий пищу от воды, как у фламинго, характерен для представителей отряда гусеобразных: лебедей, гусей и уток (рис. 204). Это крупные и средние птицы (лебедь-шипун до 13 кг, чирок до 200—300 г), хорошо плавающие, с плавательными перепонками между первыми тремя пальцами лап. Вся их жизнь связана с водой, большинство по земле ходят плохо, но летают хорошо. Как только озера и реки замерзают, они летят на юг.

В Северной Евразии гнездится лебедь-кликун (с громким трубным голосом), а также молчаливый, лишь иногда шипящий лебедь-шипун. В тундрах обитает малый (до 5—6 кг) тундровый лебедь. В Австралии лебеди черные, в Южной Америке черноголовые и черношее.

К лебедям близки гуси. У нас их обитает несколько видов. Наиболее обычен серый гусь, ставший родоначальником домашних пород. Мельче настоящих гусей казарки. Все они — объекты промысла, многие уже почти истреблены и нуждаются в охране. Лебеди и гуси — моногамы, т. е. самец и самка объединяются на всю жизнь. Напротив, утки — полигамы, и у них часто развит половой диморфизм: самцы (селезни) обычно ярче самок. Некоторые из них гнездятся в степях и пустынях, часто в брошенных норах лис (пеганки и огари), а кормятся на соленых озерах. Самая распространённая утка — кряква. Она одомашнена в незапамятные времена, но дикая

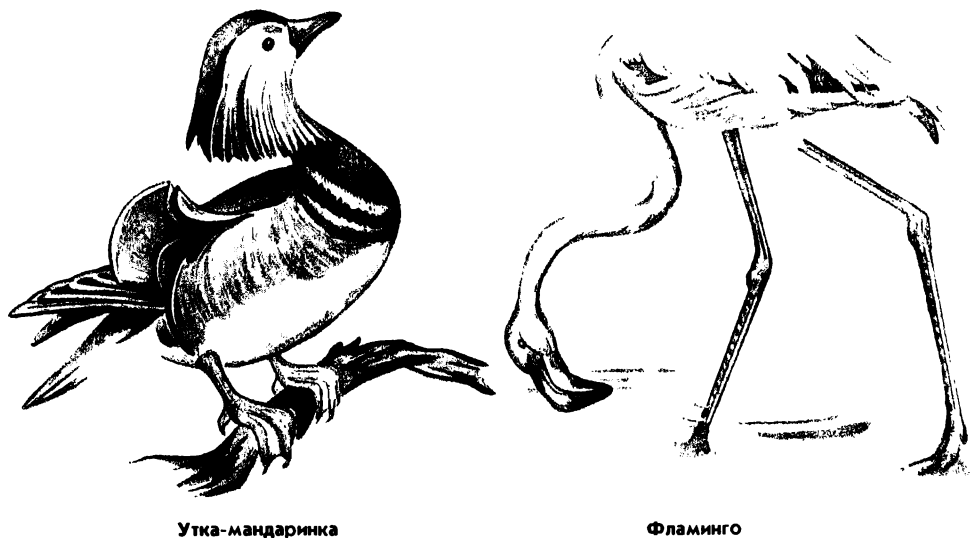


Рис. 204. Фламинго и утка-мандаринка

до сих пор гнездится по берегам водоемов Европы, Азии и Северной Америки, улетая на зиму на юг, к незамерзающим водоемам. Широко распространены и другие виды уток: чирки, шилохвости, серая утка, свиязь, нырки — все объекты охоты.

Пожалуй, наиболее ярко и причудливо окрашена южноазиатская утка- андаринка, одомашненная за красоту в Китае и Японии. Она мелкая (до 0,7 кг) и гнездится не в камышах и на болотах, а в дуплах деревьев. Такова же североамериканская каролинская утка. А самая ценная утка — гага. Это чисто морская птица, питающаяся в основном моллюсками (у нас распространена на Мурмане, Белом море и арктических островах). Гага — крупная утка (до 3 кг), но ценна она знаменитым гагачьим пухом, которым самка устилает гнездо. С одного гнезда после выхода птенцов берут 18—20 г чистого пуха, незаменимого для одежды альпинистов и летчиков. Недаром ее видовое название по-латыни — молиссима («наименее чайшая»). Кроме нее у нас встречаются еще три вида гаг.

Пух убитой гаги намного хуже взятого из гнезда, поэтому говорят, убивающий гагу режет курицу, несущую золотые яйца.

Кроме гаг, тяготеют к северным морям утки-каменушки, морянки и крохали, промысляющие мелкую рыбу, но они поселяются и на тундровых озерах и реках.

Отряд гусеобразных — один из наиболее известных и экономически важных отрядов птиц.

Отряд дневных хищных птиц — соколообразных — также хорошо известен. Это крупные или средних размеров птенцовые птицы с хищным клювом, загнутым крючком. Раньше к ним относили и американских грифов: андского и калифорнийского кондоров и королевского грифа. Но, по последним данным, структура генетического аппарата грифов Нового Света близка к таковой аистообразных. Сходство их с орлами, соколами и азиатскими грифами происходит не от родства, а от сходного образа жизни.

Крупная, на длинных ногах, похожая на журавля южноафриканская птица-секретарь питается в основном змеями и преследует добычу по суше, хотя летает хорошо. Всесветно распространенная скопа охотится за рыбой, падая за ней в воду и хватая острыми когтями.

Обширно семейство ястребиных (205 видов). В него входит осоед, предпочитающий жалоносных перепончатокрылых (ос, шмелей) и их личинок, всеядный коршун, ястреба — перепелятник и тетеревиатник. Настоящие орлы — беркуты, могильники, степные и ястребиные орлы — в основном жители открытых пространств (степей, пустынь, предгорий). Это крупные, величественные птицы. Их издавна приручали для охоты.

Широко распространены питающиеся рыбой орланы, у нас обитают орлан-белохвост и камчатский орлан. (Замещающий их в Америке белоголовый орлан попал в герб США.)

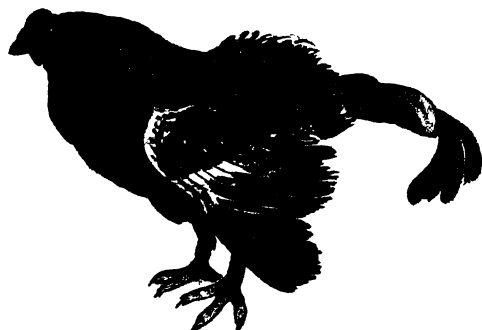
Грызунами, реже птицами и падалью, питаются сарычи и канюки. Но в основном павшими животными кормятся грифы: огромный (до 12 кг) черный гриф Южной Европы, Северной Африки и Азии, гималайский гриф, стервятники и бородач, или ягнятник. У них обычно голова и верхняя часть шеи покрыта коротким пухом.

Наиболее прославлено семейство соколиных (рис. 205). В нем различают крупных соколов (сапсана, кречетов, до 2 кг) и мелких (чеглока, дербника, пустельгу, кобчика). Пустельга берет добычу (мышей, птенцов, ящериц, кузнечиков) обычно с земли, но кречеты и особенно сапсан про-

Сокол-сапсан



Рис. 205. Дневные хищные птицы



Тетерев-косач (самец)

Рис. 206. Куриные

мышляют птиц, вплоть до цапель и гусей, на лету. Сокол пикирует на летящую птицу со скоростью до 100 км/ч и буквально рассекает ее когтями прижатых к телу лап.

Кречеты, особенно северные, так называемые исландские (у нас они живут на Мурмане и по Крайнему Северу), в старину считались царскими, королевскими птицами, и соколиная охота была забавой высшей знати и царствующих особ. Сейчас это сложное и дорогое искусство пришло в упадок. Но соколов помельче, а также беркутов до сих пор используют как ловчих птиц. В Кыргызстане и Казахстане с помощью беркутов ловят не только зайцев, но и лис. Сапсаны и кречеты сильно поубавились в числе и охраняются законом. Вообще все дневные хищные птицы полезны как истребители мышевидных грызунов.

ЛЕТАЮЩИЕ ПТИЦЫ: ОТРЯД КУРИНЫХ

Широко распространены и многочисленны птицы отряда куриных. Это в основном птицы средних размеров (однако самая маленькая — перепел имеет массу 80 г, а глухарь достигает 6 кг). Телосложение у кур плотное, ноги приспособлены для рытья, крылья короткие. Полет у них быстрый, но тяжелый, летают они недалеко и не совершают перелетов на зиму (рис. 206).

У нас известны представители двух семейств — тетеревиные и фазановые. Тетеревиные — самые северные из кур, они приспособились к снежным зимам и питаются побегами, почками, листьями, ягодами, реже насекомыми. Самый северный вид — белая куропатка (до 900 г) — кругополярная птица евразийских и североамериканских тундр и лесов. На зиму она белеет, лишь шотландская куропатка-граус эту особенность потеряла, потому что даже в Северной Шотландии снег бывает не часто и не всю зиму. Чуть мельче ее очень близкий вид — тундряная куропатка.

Тетерев, давший название семейству, распространен от Шотландии до Маньчжурии. Это птица лесов и лесостепей. В отличие от куропаток, тетерева — полигамы, и самцы устраивают весной на излюбленных местах — токах шумные токовища с драками. Зимой они кормятся на деревьях, а на ночь зарываются в снег. В ледниковый период тетерев проник на юг и на альпийских лугах Кавказа образовался другой вид — кавказский тетерев. Американский луговой тетерев предпочитает безлесные равнины.

Царь северных куриных — глухарь (самец весит до 6,5 кг). Это лесная птица, ныне в европейской части практически истребленная.

Глухарем его называют потому, что, исполняя брачную песню на току, он не слышит даже неудачного выстрела по нему. В Азии, от Камчатки до Китая, обычен камennyй глухарь, немного помельче (до 4 кг). Этот, токуя, не глухнет.

От Скандинавии до Японии в хвойных лесах обычен рябчик (до 580 г) — ценная боровая дичь. К рябчику близка дикуша, распространенная от Забайкалья до Сахалина. Дикуша совсем не боится человека, ее можно снять с ветки петлей.

Фазановые (павлины) — птицы теплых краев. У нас обычен самый мелкий вид — перепел, размером со скворца. В тихие весенние ночи часто слышен его крик, передаваемый как «подь-полоть». Распространен он от Скандинавии до Японии, есть в Африке и на Мадагаскаре.

В горах, от Альп до Гималаев, обычен кеклик, размером и поведением он схож с домашней курицей. Везде он объект охоты. Выше мест его обитания, у границы вечных снегов от Кавказа до Монголии обитают пять видов крупных (2,4 кг и выше) куриных — горных индеек, или уларов. Это также ценные промысловые птицы, во многих местах охраняемые.

Одна из самых красивых наших птиц — крупный (до 1800 г) фазан обыкновенный. Фазаны населяют пойменные луга, кустарники, камыши и тростники от устья Волги до Кореи. В Европе они размножаются в охотничьих хозяйствах. В Юго-Восточной Азии, Тибете, Китае обитают и другие виды. О красоте их можно судить по названиям: алмазный, золотой, королевский.

От Европы до Хакасии распространена скромная по расцветке небольшая (400—600 г) серая куропатка. Это также ценная охотничья птица.

В Индии и Юго-Восточной Азии в лесах и кустарниках обитают дикие банкивские куры — родоначальники многих десятков домашних пород. Эти куры кладут 5—8 яиц в год, а инкубаторские куры, не высиживающие птенцов, — до 360. Одомашнен и индийский павлин. Близкий вид описан из лесов Африки.

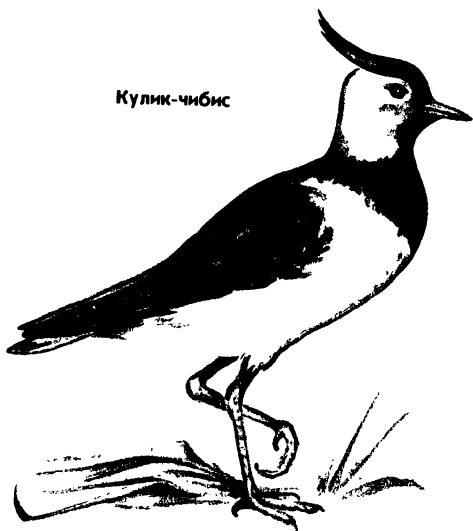
Семейство индейковых (два вида) — американское. Индюков одомашнили еще индейцы Америки; после Колумба в 1530 г. их завезли в Европу. Одомашнены также красивые африканские цесарки. Таким образом, отряд куриных поставил нам, пожалуй, самых ценных домашних птиц.

С куриными сближают удивительного южноамериканского гоацина. Птенец его, еще покрытый пухом, отлично лазает по деревьям, хватаясь не только ногами: на его крыльях два пальца свободны и имеют когти, как у археоптерикса (см. рис. 199). Птенец к тому же отлично плавает. К счастью, мясо его плохо пахнет, и это спасло замечательный вид от истребления.

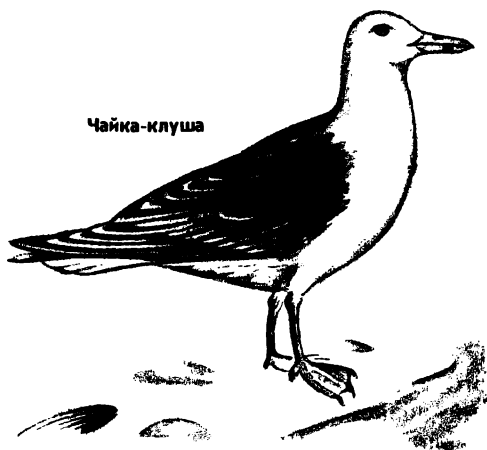
Журавль серый



Кулик-чирок

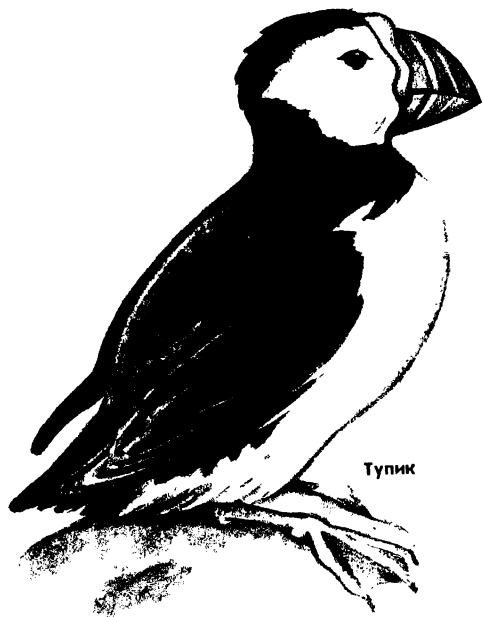


Чайка-клуша



Кайра





Тупик



Коростель



Рис. 207. Журавлиные, ржанковые, чистиковые

В отряд журавлиных объединены очень разнообразные птицы (рис. 207). Журавль — довольно крупная цаплеобразная птица с длинным клювом и ногами. У нас наиболее распространен серый журавль (до 7 кг) — птица, гнездящаяся в северных болотах и тундрах, а на зиму отлетающая в Африку и Южную Азию. В отличие от цапель журавли — выводковые птицы, на деревья они не садятся, их гнезда наземные. Красив и очень редок белый журавль (стерх), гнездящийся в низовьях Оби и Якутии. Другие журавлиные на журавлей мало похожи, их порой выделяют в самостоятельные отряды. К ним относятся п а с т у ш к о в ы е — мелкие и средних размеров птицы. У нас обычен коростель. Эту скрытную луговую птицу с дрозда величиной мало кто видел, но все слышали в сумерки и ночью его скрипучий крик «крекс-крекс» (в шутку говорят, что он кричит свое латинское название). Южнее обычна лысуха, или кашкалдак, — черная птица размером с утку и с белой бляхой на лбу. Она больше других пастушковых связана с водой; мясо у нее очень вкусное.

Близки к журавлям огромная (до 16 кг) дрофа — птица южных степей и ее более мелкий родич — стрепет. И тот и другой виды сильно истреблены и отравлены ядохимикатами, поэтому нуждаются в усиленной охране.

В отряд р ж а н к о в ы х объединяются кулики и чайки. Ку л и к и — мелкие и средних размеров птицы (от 20 до 1000 г), с удлинёнными ногами. Это птицы болот, прибрежий, вообще сырых мест. Наиболее известны чибисы, черныши, улитки, мелкие зуйки и др. Относительно крупные бекасы, дупеля, вальдшнепы — объекты охоты.

Чайки более связаны с водой; это прибрежные птицы, хорошо плавающие, с плавательными перепонками между пальцами. У нас самая крупная чайка морская (до 2250 г). Обитает от Гренландии до побережья Сибири. Чуть более мелкая клуша и серебристая чайка гнездятся не только у моря, но и по берегам озер и рек. Есть и другие роды и виды.

Если кулики более склонны к побережьям пресноводных водоемов, а чайки, хотя и морские птицы, далеко идут в глубь материков, вплоть до центральноазиатских озер, то чистиковые исключительно морские. По «профессии» они заменяют в Северном полушарии пингвинов. Самый крупный вид (до 5 кг) — потерявшая способность к полету бескрылая гагарка, обитавшая в Северной Атлантике. В середине прошлого века истреблена человеком (ее кельтское название *pengwin* — «белоголовый» — перенесено на птиц антарктических вод). Современные чистиковые (от 80 г до 1,5 кг) хорошо плавают и ныряют, стремительно летают, очень быстро перебирая короткими острыми крыльями. Большинство из них черные сверху и белые снизу. На скалистых побережьях северных морей кайры, тупики, топорки образуют миллионные гнездовые колонии. Прimitивные гнезда они строят в расщелинах скал или в норах. Лишь кайры, самые крупные (до 1,5 кг), гнездятся открыто, на мелких выступах скал. Поэтому яйца кайр не округлые, а кубаревидные. На наклонной плоскости они не катятся, а лишь разворачиваются вокруг центра тяжести, что снижает опасность упасть с выступа скалы. Чистиковые — птенцовые, пуховики долго выкармливаются родителями и, лишь когда обрastут перьями, прыгают в море, порой с 40—50 м.

ОТРЯД ЛЕТАЮЩИХ ПТИЦ: ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ

Представители этих птиц редко связаны с водой, обычно это лесные, реже степные птицы. В отряд голубеобразных входят семейства рябковых, дронтовых (истреблены) и голубиных. Это птицы растительного питания, средних размеров. Оба родителя кормят птенцов отрыжкой из зоба или выделениями его стенок («птичьим молоком»).

Рябк и — птицы пустынь и полупустынь. Наиболее известна копытка, или саджа, со сращенными пальцами на ногах. Распространена она от низовьев Волги до Маньчжурии, лишь иногда по непонятным причинам целыми стаями вылетает за пределы мест обитания, до Англии, Норвегии и Приморья.

Семейство голубиных, напротив, за немногими исключениями, многочисленно (голубей около 300 видов). Голуби — обычно лесные птицы, такие, как наш вяхирь, клинтух или крупные венценосные голуби Новой Гвинеи. Но предок многочисленных пород домашних голубей — сизый голубь, обитающий от Англии и Северной Африки до Японии, прежде гнезился на скалах, а теперь чаще на зданиях городов. Сизарь — птица неперелетная и далеко на север идет лишь «в тени человека». Дикие лесные голуби на зиму отлетают на юг; в южных городах обычны также небольшие изящные горлицы.

Чисто лесные птицы — представители отряда попугаев (свыше 300 видов). Это обычно средней величины птицы, часто ярко и пестро окрашенные, с мощным изогнутым клювом. Ноги у них четырехпалые, первый

и четвертый направлены назад и цепко охватывают ветку. Живут в тропиках и субтропиках. Как и голубиные, это птенцовые птицы, устраивающие гнезда в дуплах деревьев, реже в норках, обычно растительоядные. Попу- гаев свыше 300 видов.

В отряде к у к у ш к о о б р а з н ы х также в основном тропические птицы: крупные яркоокрашенные бананоеды и кукушки. У нас распространена обыкновенная кукушка, по размерам и окраске похожая на ястреба-перепелятника. Широко известна по характерному кукованию самцов и обычно подкладывает яйца в гнезда других птиц.

Кукушонок растет быстрее и выбрасывает из гнезда хозяйских птенцов. Но у других кукушек (а их 130 видов), обычно паразитирующих в гнездах крупных птиц, например ворон, сводные братья и сестры вырастают благополучно. Американская желтоклювая кукушка гнездо строит сама, как и индийская шпорцевая и другие виды. В этом семействе, как отмечал еще Ч. Дарвин, можно найти все переходы от нормального гнездования к гнездовому паразитизму. Есть и «гнездовые колхозы»: у южноамериканской кукушки-ани до десятка и больше самок откладывают яйца в одно огромное гнездо и насиживают сообща. Правда, как говорится, у семи нянек дитя без глаза, и много «колхозных» яиц гибнет.

Всем известны с о в ы — ночные хищные птицы. Обычно это средних размеров птицы с мягким и рыхлым оперением, крючковатым клювом и сильными когтями лап. Летают они бесшумно и добычу находят ночью с помощью великолепного слуха и острого зрения. Днем совы тоже видят, но не охотятся, за исключением крупной белой, или полярной, совы, которой в полярный день пришлось бы пару месяцев поститься. Большинство сов — полезные птицы, истребляющие массу мышевидных грызунов. У нас самая крупная сова — филин (до 72 см и свыше 3 кг массы), самая мелкая — воробьиный сычик (80 г).

Отряд к о з о д о е о б р а з н ы х — тропический. Это ночные птицы, обычно с коротким, широко открывающимся клювом, которым они на лету хватают насекомых. У нас их три вида, обычен козодой обыкновенный (назван так по нелепому поверью, что он по ночам козосасывает у коз молоко широким мягким клювом).

В отряде с т р и ж е о б р а з н ы х — самые маленькие птицы (до 1,6 г, но обычно больше). Все они прекрасные летуны, развивающие скорость до 160 км/ч. Хорошо известен черный стриж, переселившийся в города.

У стрижей температура тела может понижаться до 20 °С, что позволяет им в оцепенении перенести до 9—12 дней, когда в дождь летающих насекомых, их единственного корма, в воздухе нет. Южноазиатские стрижи-саланганы строят гнезда в пещерах из вязкой, застывающей на воздухе слюны. Эти «ласточкины гнезда» (и наших стрижей тоже путают с ласточками) высоко ценятся в китайской кухне.

К тому же отряду относятся крошечные американские кол и б р и, населяющие Новый Свет, от Огненной Земли до Аляски. Больше всего (163 вида) их в тропиках. Питаются они мелкими насекомыми и нектаром цветов.

Из-за мелких размеров у колибри очень невыгодное соотношение поверхности и массы тела, поэтому они теплокровны лишь когда летают. У спящей колибри температура может снизиться до 17 °С. Поэтому они едят много, за сутки съедая пищи в 2 раза больше собственной массы.

Отряд р а к ш е о б р а з н ы х также в основном обитает в тропических лесах. Немногие представители его, доходящие до наших широт, сохраняют свой южный, тропический облик. Таков бело-голубой с черными, синими и

рыжими пестринами и полосками зимородок, прилетающий к нам рано, еще в апреле. Гнезда он строит в норках, а питается мелкой рыбой и водными насекомыми, бросаясь за ними в воду с ветки прибрежного дерева или с лету. Громко «хохочущий» зимородок кукабарра из Австралии (размером до 45 см) питается в основном змеями. Ярко окрашены и золотистые шурки, гнездящиеся вплоть до Курска и Тамбова, и зеленые, обитающие южнее, а также зеленовато-голубые сизоворонки.

Из близкого отряда удодообразных у нас распространен только удод — пестрая, черно-бело-рыжая птица с веерообразным хохолком, размером с голубя. Более известны представители отряда дятлообразных; это дневные, как правило, древесные, гнездящиеся в дуплах птицы среднего размера, от воробья до вороны.

Больше всего дятлообразных в тропиках. Только в Африке водятся медоуказчики, навещающие криками человека или барсука-медоеда на гнезда диких пчел. Сам медоуказчик питается восковыми сотами из разоренных гнезд (в его кишечнике живут бактерии-симбионты, расщепляющие воск). Медоуказчики, как кукушки, откладывают яйца в чужие гнезда. В тропиках же обитают яркие, с огромными клювами туканы.

У нас обычны дятлы — древесные птицы, мощным клювом добывающие насекомых и их личинок из-под коры деревьев. Здоровые, не пораженные усачами и короедами деревья дятлы не трогают. Они чрезвычайно полезны, истребляя массу вредителей леса. Широко распространен в лесах Европы и Азии, до Японии и Кореи, большой пестрый дятел (около 100 г). Крупнее его (до 300 г) угольно-черная с ярко-красной шапочкой желна — враг жуков-дровосеков, короедов и муравьев-древоточцев. Практически все лесные птицы полезны, но дятлы по праву занимают одно из первых мест.

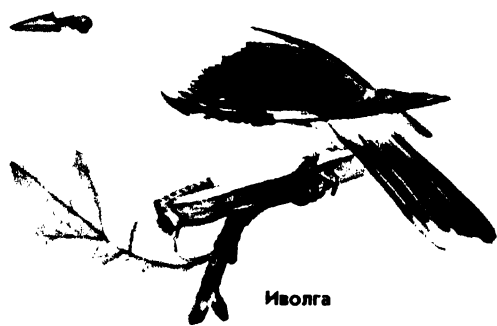
ОТРЯД ЛЕТАЮЩИХ ПТИЦ: ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ

Огромный (5 тыс. видов, почти две трети всех птиц) отряд воробьинообразных среди птиц — то же, что окунеобразные среди костистых рыб и грызуны среди млекопитающих. Они разнообразны и вездесущи. Обычно это птицы мелкие и средние (самый крупный — ворон достигает 1500 г, самые мелкие наши северные королики и занимающие в Старом Свете место американских колибри-нектарниц массой 3—6 г; рис. 208).

Конечно, невозможно перечислить в кратком обзоре даже все семейства (их насчитывают до 72). У нас обитают представители подотряда певчих, со сложной гортанью, способной производить сложные звуки. Многие из них прекрасно поют, иные подражают другим птицам и человеческим словам не хуже попугаев.

Всесветно, кроме полярных широт, распространено семейство ласточек, похожих по повадкам на стрижей. Питаются они на лету мелкими насекомыми; при высокой влажности насекомые держатся у земли, и ласточки низко летают (говорят — «к дождю»). У нас обычны городская ласточка, деревенская (с рыжеватым горлом) и береговушка, роющая норки в обрывистых берегах рек.

Также широко распространены жаворонки — птицы открытых пространств, поющие высоко в небе, но гнездящиеся и добывающие насекомых на земле. Широко известны трясогузки, характерно помахивающие хвостиками.



Иволга



Сизоворонка



Дятел большой пестрый



Ара зеленокрылая



Птица малая райская

Крупные (с дрозда) сорокопуты стали хищниками. Своих жертв (ящериц, птенцов других птиц, мышей, кузнечиков) сорокопут, если сыт, накалывает на сухие ветки и колючки кустов, устраивая кладовую.

Удивительно семейство оляпковых. В оляпке никто не признает водную птицу: обычная воробьиная птица, примерно с дрозда, но она неплохо плавает и даже ныряет в быстрые ручьи и реки, добывая водных насекомых.

В наших широтах широко распространено семейство дроздовых. Дрозды — средних размеров птицы; у нас обычны певчий дрозд, белобровник, рябинник черный и пестрый, а также чеканы и каменки. К тому же семейству относятся и более мелкие горихвостки и прославленные соловьи — птицы невзрачные, чуть крупнее воробья, но прекрасно поющие. Широко распространены также славки, пеночки, мухоловки. Самая мелкая птичка наших хвойных лесов — королек (массой 5—7 г), как ни странно, на зиму не улетает на юг, а кормится насекомыми, сдуваемыми ветром на снег, и семенами ели.

Хорошо известны представители семейства синицевых — мелкие (7—25 г) птички характерного вида. Как и дятлы, они ищут насекомых в трещинах коры деревьев и на зиму не улетают. К синицам близки поползни, способные бегать по стволам деревьев вниз головой, и пищухи.

В обширное семейство вьюрковых входят щеглы, чижи, снегири, многочисленные вьюрки, зяблики, шуры и клесты (у последних половинки клюва скрещены, этими «щипчиками» они выбирают семена из шишек хвойных). К ним близко семейство ткачиковых, самым известным представителем которых можно назвать воробья. Домовой и полевой воробьи — самые распространенные наши птицы.

Везде в Европе и Азии обитает и завезен на все материки скворец обыкновенный — представитель семейства скворцовых. Южные скворцы многочисленны и ярко окрашены. К тропическим птицам относятся также иволги; к нам на лето прилетает красивая золотисто-желтая иволга обыкновенная.

В лесах Новой Гвинеи, отчасти Северной Австралии, обитают райские птицы с роскошным оперением у самцов. Как ни странно, к ним близко семейство вороновых. Из них самый крупный (до 1,5 кг массы) — ворон, распространенный во всем Северном полушарии. Вдвое меньше его общеизвестная серая ворона (с серой «жилеткой»). В Западной Европе, Азии и Северной Америке ее замещает близкий вид — черная ворона (без серой «жилетки»). Всем известны грач, черный, с беловатым основанием клюва, более мелкая (около 200 г) любительница городов галка и очень осторожная черно-белая сорока. На юге обитают и другие сороки: голубые (у нас в Приморье), лазоревые, зеленые. В лесах обычны сойки, кукушки и кедровки. Все врановые всеядны, некоторые приносят вред, разоряя гнезда других птиц. Как и попугаев, их можно, особенно ворона, научить говорить.

ГЛАВА 18. ЦАРИ ПРИРОДЫ — МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Класс млекопитающих: скелет и мышечная система; пищеварительная система; кровеносная система; дыхательная система; выделительная система

Класс млекопитающих

Общая характеристика. Класс млекопитающих — самый высокоорганизованный, высший класс позвоночных. Млекопитающие (они же звери) теплокровны, т. е. имеют высокую постоянную температуру тела, высокоразвитую нервную систему, в первую очередь головной мозг, рожают детенышей, которые развиваются в теле матери, получая питание через плаценту, а после рождения вскармливаются молоком.

Птицы, однако, также теплокровны. Теплокровными были и птерозавры, и, скорее всего, динозавры, однако они вымерли. От самых низших червей до пресмыкающихся можно привести примеры живородящих и яйцеживородящих форм. У некоторых акул развивается что-то вроде плаценты, снабжающей зародыш питательными веществами. Да и «млекопитание» — отнюдь не привилегия только класса зверей. Выделениями кожных желез питают своих мальков, например, аквариумные рыбы-симфизодоны.

Дело не в каждом из этих признаков, а в их сочетании. К тому же все свойства млекопитающих развились в оптимальной конструкции. Теплокровность, например, достигается идеальной терморегуляцией, которую обеспечивает шерстный покров. Избыток тепла выводится через испарения продукта кожных потовых желез — пота (1 г пота, испаряясь, отводит почти 539 кал.). Уместно сказать, что рептилии и птицы потовых желез не имеют и этот способ охлаждения тела для них не свойствен (птицы выводят избыток тепла усиленной вентиляцией через легкие и воздушные мешки). Там, где охлаждаться потеть нельзя (в воде), звери теряют шерсть (например, киты, бегемоты). У крупных зверей, таких, как слоны и носороги, шерсть также исчезает, иначе бы они перегревались из-за невыгодного соотношения поверхность / объем.

Человек, отделяясь от обезьян, также потерял значительную часть волос на теле: он перешел от жизни в тенистом лесу к активной жизни на открытых пространствах степей. Сейчас кожа человека кажется практически голой, за исключением немногих обволосенных участков. Но отдельные волоски разбросаны по всему телу, кроме кожи ладоней рук и подошв ног. Каждый волос растет из волосяного фолликула — мешочка, погруженного в глубь эпидермиса (рис. 209). У корня волоса имеется сальная железа, выделения которой смягчают кожу, и крошечная мышца, сокращение которой поднимает волос. Это — рудимент тех мышц, которые «встопорщивают» мех испуганного, разъяренного или переохладившегося животного. Человек в таких случаях, как говорят, «покрывается гусиной кожей». Около 2,5 млн. потовых желез выделяют пот (порой до 4 л за час!). По составу пот близок к моче, но менее концентрирован.

Кроме волос производное кожи человека — ногти (когти и копыта у животных). У некоторых животных (например, у ящеров-панголинов) вместо волос развиваются роговые чешуи, или, как у броненосцев, панцирные щит-

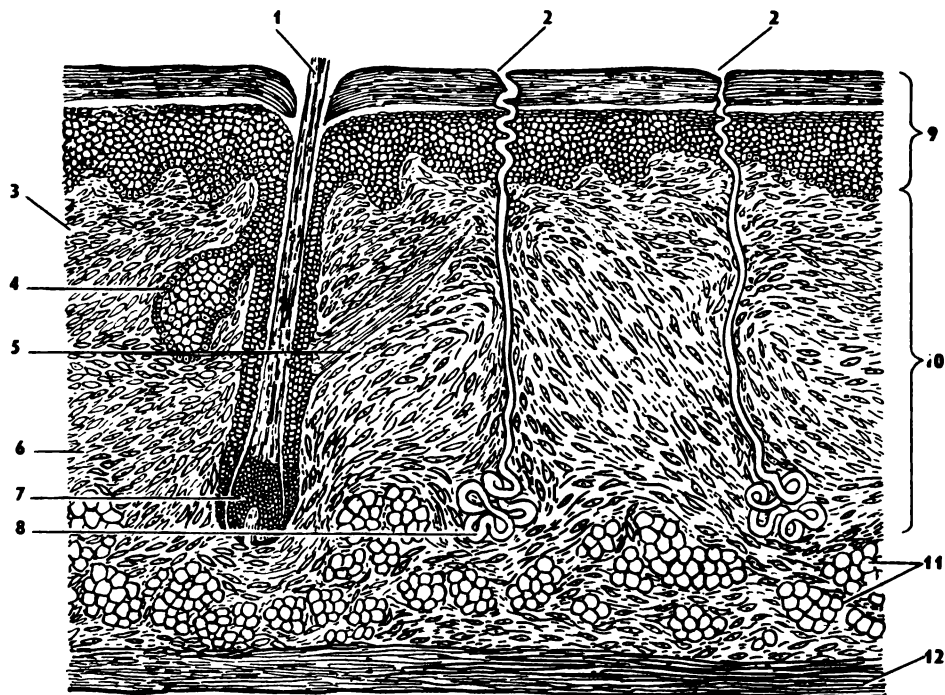


Рис. 209. Срез кожи человека под микроскопом:

1 — волос; 2 — проток потовой железы; 3 — слой плотной соединительной ткани; 4 — сальная железа; 5 — мышца, поднимающая волос; 6 — рыхлая соединительная ткань; 7 — корень волоса; 8 — потовая железа; 9 — эпидермис; 10 — дерма (железистый слой соединительной ткани); 11 — жировые клетки; 12 — мышечная ткань

ки. Роговые чешуйки, соответствующие чешуям рептилий, развиваются на хвостах крыс и мышей.

В дополнение к амниону и аллантоису у высших млекопитающих развивается *плацента* (детское место, послед) — окружающий зародыш губчатый орган, в котором ворсинки стенок аллантоиса зародыша внедряются в ворсинки стенки матки. Через них идет активный обмен: эмбрион получает от матери кислород и питательные вещества, отдает углекислый газ и продукты распада.

Хотя «млекопитание» наблюдается не только у млекопитающих, но лишь у них развиваются специализированные млечные железы с одним протоком, который завершается соском.

Только высокое развитие головного мозга — особенность, отличающая зверей от всех других животных. У них сильно развиты *полушария*: не вследствие развития подкорковых полосатых тел, как у птиц, а благодаря разрастанию мозговой коры. Этот мощный «компьютер» обслуживается хорошо

развитыми органами чувств. Обычно зрение у млекопитающих неплохое, хотя и хуже, чем у птиц. Зато наивысшего развития достигает орган обоняния — обширная камера носовой полости со сложным лабиринтом перегородок — *раковин*, увеличивающих его поверхность. Это свидетельствует о том, что млекопитающие произошли от каких-то древних ночных звероящеров, для которых обоняние было важнее зрения. Орган слуха также сложен. Впервые появляются хрящевая *ушная раковина*, *наружное ухо* (слуховой проход) и три *слуховые косточки*: *молоточек*, *наковальня* и *стремя*.

Подробно строение опорных и двигательных структур (костей и мышц), пищеварительной, дыхательной, кровеносной и других мы рассмотрим на примере человека. Если не считать мозга и двуногой походки, все его системы очень похожи на устройство исходного примитивного предка.

Скелет млекопитающих. В классе млекопитающих наибольшего совершенства достигает характерный для позвоночных костный скелет. Костная ткань — не мертвый остов. Она пронизана тончайшими канальцами, по которым проходят снабжающие ее кровью капилляры. Костную ткань образует межклеточное вещество — волокна белка *коллагена* (основного компонента столярного клея и студня), перемежающегося с кристаллами апатита (фосфорнокислого кальция) и, в меньшей степени, сульфата и карбоната кальция.

В межклеточном веществе располагаются клетки трех типов. *Остеоциты* (костные клетки) обеспечивают в кости обмен веществ, *остеобласты* (образующие кость) — ростовые клетки, сконцентрированные в зонах костеобразования, и *остеокласты* (рассасывающие кость), которые растворяют старую костную ткань для замены ее новой. Снаружи кости облегает *надкостница* — тонкий слой соединительной ткани, залечивающий повреждения поверхности при ушибах. Ее нет лишь на растущих участках кости, слагаемых хрящом, и на концах длинных костей (рис. 210).

Для облегчения веса массивные кости имеют трубчатое строение. В полости длинных костей содержится ткань, богатая жиром, — *желтый костный мозг* (это депо жира, к мозгу отношения не имеющее). Сердцевина коротких и плоских костей губчатая и заполнена *красным костным мозгом* — это кроветворная ткань, вырабатывающая красные и белые кровяные тельца — *лимфоциты*. Их называют *В-лимфоциты* (от англ. bone marrow — костный мозг). У человека она составляет 1,5% массы тела.

У не завершивших рост животных кости нарастают снаружи, длинные по концам, плоские с краев. У взрослых кости не растут, но вещество их заменяется в среднем каждые три года. При переломах кости срастаются: нужно только шинной повязкой жестко фиксировать концы переломов, не смещая их, а затем, в условиях клиники, наложить гипс. Кости детей, особенно грудных, и молодых животных мягкие и упругие. У стариков они хрупкие, легко ломаются и труднее срастаются.

Основа скелета, как у всех позвоночных, — *позвоночный столб* (*позвоночник*). У человека он слагается 33—34 позвонками, между которыми располагаются хрящевые эластичные межпозвоночные диски. У человека 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4—5 копчиковых позвонков. *Копчик* — рудимент хвоста, в норме у человека незаметного (рис. 211). Крестцовые позвонки человека срастаются в массивную кость — *крестец*, прирас-

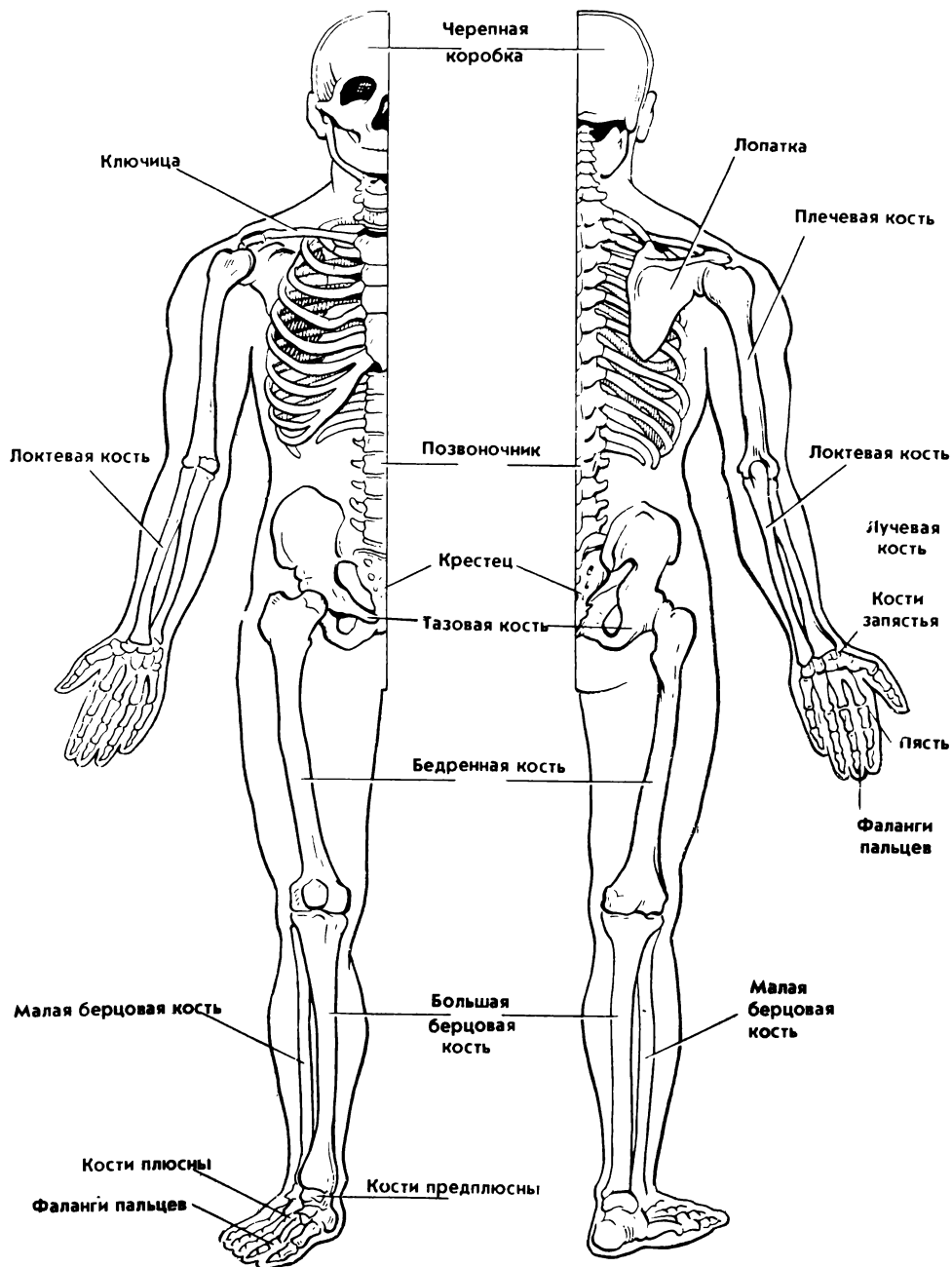


Рис. 210. Скелет человека (спереди и сзади)

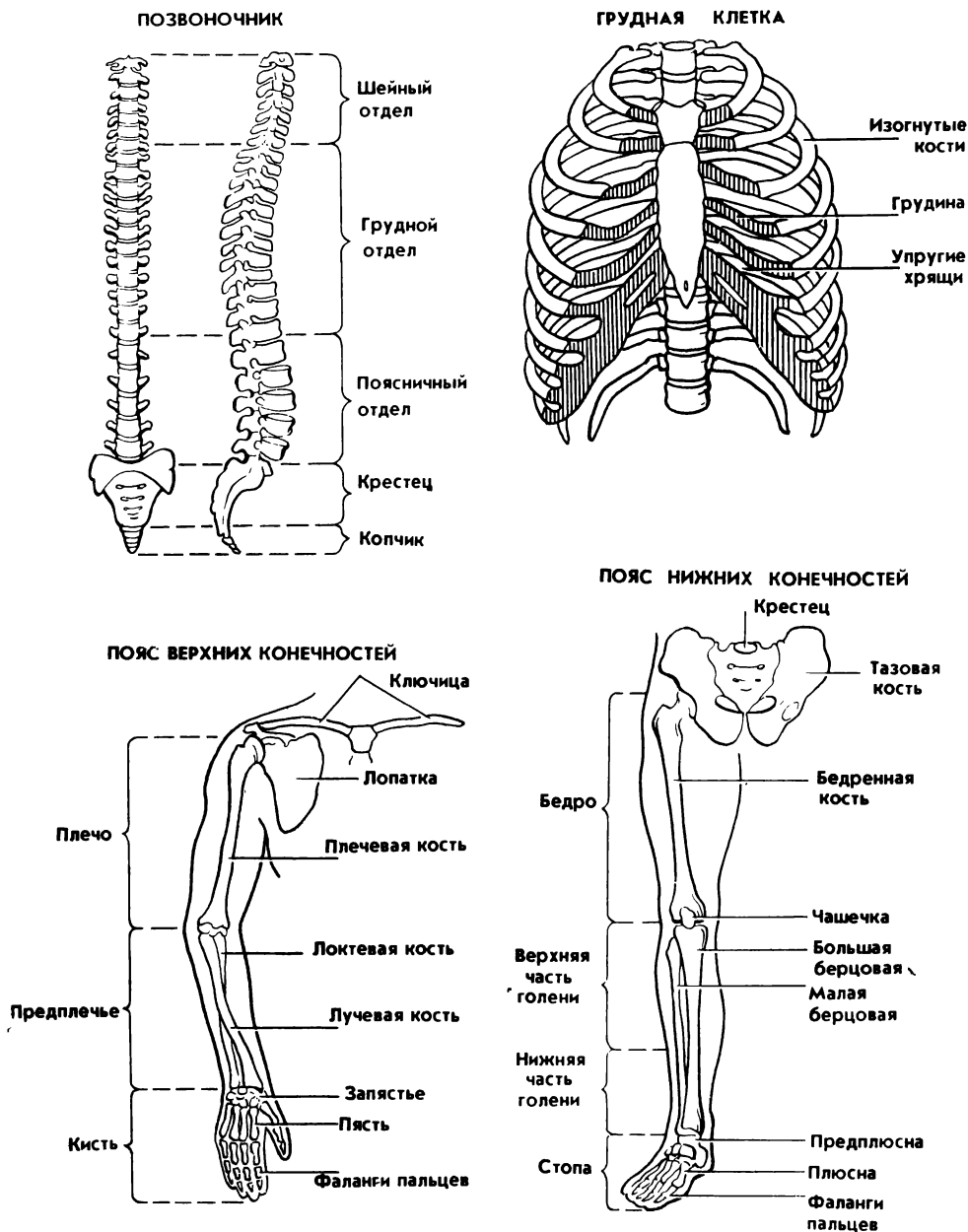


Рис. 211. Строение опорно-двигательной системы.

Обратите внимание на S-образную изогнутость, амортизирующую головной мозг при хождении

тающий к тазовым костям. Это делает возможным прямохождение (однако затрудняет женщине роды). Такая схема одинакова у всех млекопитающих, за редким исключением.

Каждый позвонок состоит из *тела*, *дуги* и *отростков*. В канале, образованном дугами, расположен *спинной мозг*. К грудному отделу позвоночника прилегают 12 пар дугообразно изогнутых ребер, из которых 10 первых гибкими упругими хрящами присоединяются к *грудине*, образуя *грудную клетку*; объем ее периодически изменяется при дыхании.

К позвоночнику присоединены *передний* и *задний пояса конечностей*, у человека соответственно *верхний (плечевой)* и *нижний (тазовый)*. Плечевой пояс образован двумя *лопатками*, лежащими на спинной стороне грудной клетки, и двумя *ключицами*, сочлененными с лопатками и грудиной.

У тех зверей, которые двигают ногами в одной плоскости (например, у коровы), ключицы редуцируются. Плечевой пояс млекопитающих устроен проще, чем у пресмыкающихся: только у самых примитивных имеются нагрудник и воронья кость — кораконд (у подавляющего большинства он прирастает к лопатке).

Первая, верхняя пара конечностей (руки) у человека состоит из *плеча*, *предплечья*, образованного двумя костями — *локтевой* и *лучевой*, и *кисти*. Соответственно нижняя пара конечностей, прилегающая к тазу, состоит из *бедр*, *голен*, образованной большой и малой *берцовыми костями*, и *стопы*. В кисти различают мелкие косточки *запястья*, *писти* (образующей опору ладони) и кости пальцев. Им соответствуют в задней (нижней) конечности кости *предплюсны*, *плюсны* и *кости пальцев*.

Конечности человека пятипалые и, пожалуй, ближе к исходному типу, чем передняя лапа лягушки. Человек — животное стопходящее, как медведь. Кролик и куница опираются больше на пальцы, а копытные ходят только на пальцах — парнокопытные на третьем и четвертом, а непарнокопытные только на третьем пальце, который и у человека на руках самый длинный. Не достающие до земли пальцы редуцируются.

Пальцы человека слагаются косточками — *фалангами*. У летучих мышей пальцы, кроме первого, удлинены, как спицы зонтика, и на них натянута летательная перепонка. У китов передние конечности (ласты) имеют укороченное плечо, предплечье и запястье, а пальцы удлинены благодаря увеличению числа фаланг.

Подвижно сочлененные кости соединены *суставами*. Обычно головка, выступ одной из костей, входит в ямку другой и они соединены *связками*, покрытыми чехлом — *суставной сумкой*. Жидкость, содержащаяся в сумке, снижает трение до минимума, так же как и хрящевые, шлифованные друг к другу суставные поверхности.

Больше всего отличается человек от прочих зверей по строению черепа. Череп образуют 23 кости. В этом отделе скелета различают *мозговую* и *лицевую отделы*. У животных, вплоть до обезьян, лицевой отдел большой и выступает вперед, образуя морду. У человека он значительно уменьшен и выглядит придатком огромной мозговой части черепа. В мозговом отделе основные кости: *непарная лобная*, *парные теменные*, *височные* и *непарная затылочная* (рис. 212). В основании его много мелких отверстий для прохода нервов и кровеносных сосудов и одно большое, затылочное, соединяющее полость черепа со спинномозговым каналом.

Лицевой отдел называют еще *висцеральным* (внутренностным). Он раз-

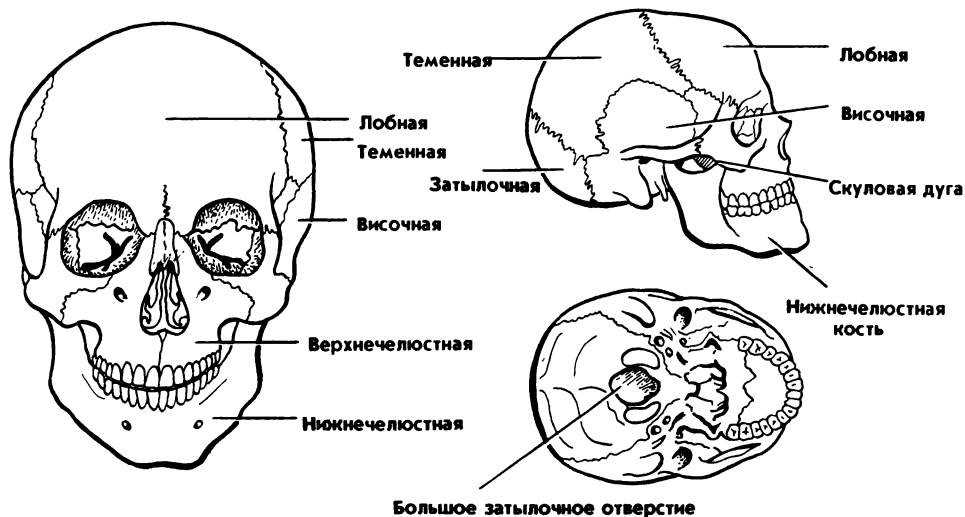


Рис. 212. Кости черепа человека (спереди, сбоку и снизу)

вился, если вы помните, из скелета переднего отдела кишечника примитивных челюстеротых — жаберных дуг, превратившихся в челюсти. У человека он состоит из пяти костей, из которых самые крупные *челюстные*. Верхняя челюсть неподвижно сращена с другими костями черепа, нижняя подвижна. Ее сочленовые головки входят в нижнечелюстные ямки на височных костях. Нижнечелюстная кость да еще *подъязычная* — единственные соединенные подвижно кости черепа. Все прочие срастаются, образуя жесткую конструкцию. Лишь у маленьких детей швы, соединяющие кости, могут раздвигаться при росте и имеются *роднички* — участки мозга, не прикрытые костью. С возрастом роднички зарастают, и по достижении мозгом нормальной величины размеры черепа уже не увеличиваются.

Из особенностей черепа млекопитающих следует помнить об одной, скуловой дуге (наследии зверозубых ящеров) и тенденции к срастанию отдельных костей в комплексы. Так, затылочная кость срастается из четырех, каменная кость — из комплекса ушных костей, срастающегося с двумя — чешуйчатой и барабанной в одну височную. Череп, например, окуня или крокодила устроен с виду гораздо сложнее, но это просто сложность, а у млекопитающих — сложная простота.

Мышечная система. К костям сухожилиями крепятся мышцы — *мускулы*. Ткань скелетных мышц строится волокнами, достигающими свыше 10 см в длину, но тоньше волоса. Каждое такое волокно — многоядерная клетка, в цитоплазме которой расположены пучки сократительных волокон. Эти клетки выглядят поперечно исчерченными, поэтому такая ткань называется *поперечно-полосатой* мышечной тканью. Она появляется еще у беспозвоночных, способных к быстрым движениям, например в крыловых мышцах насекомых.

Одиночное мышечное волокно может тянуть с силой 100—200 мг. А так как в теле человека 15—30 млн. таких волокон, то он мог бы развивать напряжение в 20—30 т, если бы все мышцы тянули в одну сторону. Это, конечно, фантастика. Но, например, собака мышцами челюсти поднимает груз, превышающий массу ее тела в 8 раз. А леопард-людоед массой всего в 40 кг легко уносит жертву в зубах, порой перепрыгивая при этом через заборы.

Мышечная ткань внутренних органов устроена иначе: у нее нет поперечной исчерченности и клетки одноядерны. Это *гладкая мышечная ткань*. Она медленнее устает, но неспособна к быстрым сокращениям. Наконец, мышца, слагающая сердце, устроена своеобразно. Ее поперечно-полосатые волокна ветвятся и срастаются, образуя сложный комплекс.

Разные типы мышц сокращаются с разной скоростью: если поперечно-полосатая, скелетная может напрячься и расслабиться за 0,1 с, то сердечная — за 1—5 с, а гладкая — за 3—180 с. Будь все наши мышцы гладкими, мы были бы неумотомимы, очень сильными, но крайне медлительными существами: стометровку мы бы пробегали минут за пятнадцать.

КПД наших мышц довольно высок: 0,2—0,4 энергии химической реакции пищи превращается в них в механическую работу, остальная рассеивается в виде тепла, но также бесполезно. Мышечная работа согревает животных, поддерживая постоянную температуру тела. У переохладившегося человека мышцы начинают сокращаться непроизвольно, он дрожит, нарабатывая нужное тепло. При сокращении мышц содержащийся в них виноградный сахар (глюкоза) окисляется до углекислого газа и воды. Но при интенсивной работе кровь не успевает подводить к мышцам кислород. Тогда окисление идет лишь до молочной кислоты и мышца устает. Физиологи называют молочную кислоту «токсином усталости». Уставшим мышцам требуется отдых, чтобы на покое сжечь этот токсин до углекислого газа и воды.

Каждая скелетная мышца одета в соединительнотканную оболочку и прикрепляется к двум разным костям или же одним или обоими концами к коже. Основной принцип работы мышц — разделение их на *антагонистические* пары. Так, если *двуглавая мышца* — *бицепс* сгибает руку, то антагонистическая ей мышца *трехглавая* — *трицепс*, крепящаяся одним концом к лопатке и верхней части плечевой кости, а другим — к локтевой кости, руку разгибает (рис. 213).

Обратите внимание, что и бицепс, и трицепс крепятся к короткому плечу рычага — лучевой и локтевой костям. В результате человек проигрывает в силе, но выигрывает в расстоянии, быстрее двигая конечностями.

Сокращение мышц позволяет не только двигаться, но и стоять, и сидеть. Даже если вы неподвижно лежите, часть ваших скелетных мышц оказывается напряженной. Лишь йоги после долгих тренировок могут полностью расслаблять большинство мышц или, по желанию, каждую по отдельности (рис. 214).

У человека (и обезьян) особое развитие получают не только жевательные мышцы головы, смыкающие нижнюю челюсть с верхней, но и мимические, двигающие кожей лица и изменяющие его выражение. До появления речи мимика была важнейшим средством общения для наших обезьяноподобных предков. У человека с обезьянами общие не только мимические мышцы, но и гримасы.

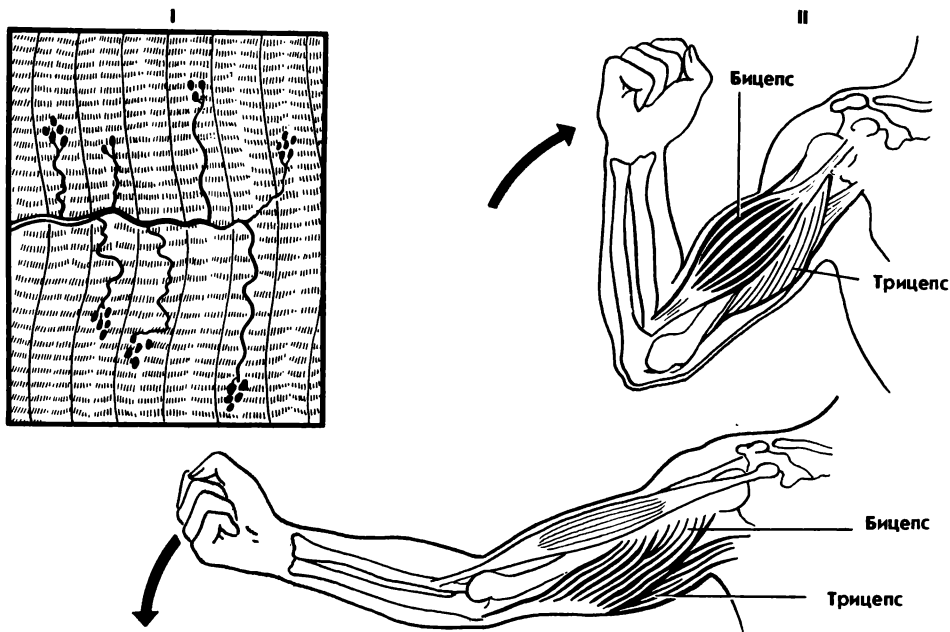


Рис. 213. Срез через поперечно-полосатую скелетную мышцу (I) и подходящее к ней нервное окончание (II).

Справа — схема действия мышц-антагонистов: двуглавой — бицепса и трехглавой — трицепса

Пищеварительная система. Характерная особенность млекопитающих — *предротовая полость*. У большинства из них (кроме китов) имеются мясистые щеки и губы, ограничивающие пространство перед зубами. У сусликов, хомяков и некоторых обезьян она образует карманы — *защечные мешки* для складывания пищи.

Зубы млекопитающих неоднородны (опять же, кроме китов, у которых однородные конические зубы — вторичное явление). Различают в норме резцы (*incisivi*) и клыки (*canini*), малые коренные, предкоренные (*praemolares*) и большие коренные (*molars*). Характеристика млекопитающего включает его зубную формулу, где зубы одной половины челюсти обозначаются начальными латинскими буквами. Так, для человека зубная формула

$i \frac{2}{2} c \frac{1}{1} pm \frac{2}{2} m \frac{3}{3}$ (числитель — верхняя челюсть, знаменатель — нижняя). Час-

то пишут просто: $\frac{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}$. Обычна смена зубов с возрастом: молочные за-

меняются постоянными. Только кенгуру и другие сумчатые звери всю жизнь обходятся молочными. Последняя пара коренных зубов (зубы мудрости) у человека появляется поздно, к 20—22 годам, реже не появляется совсем.

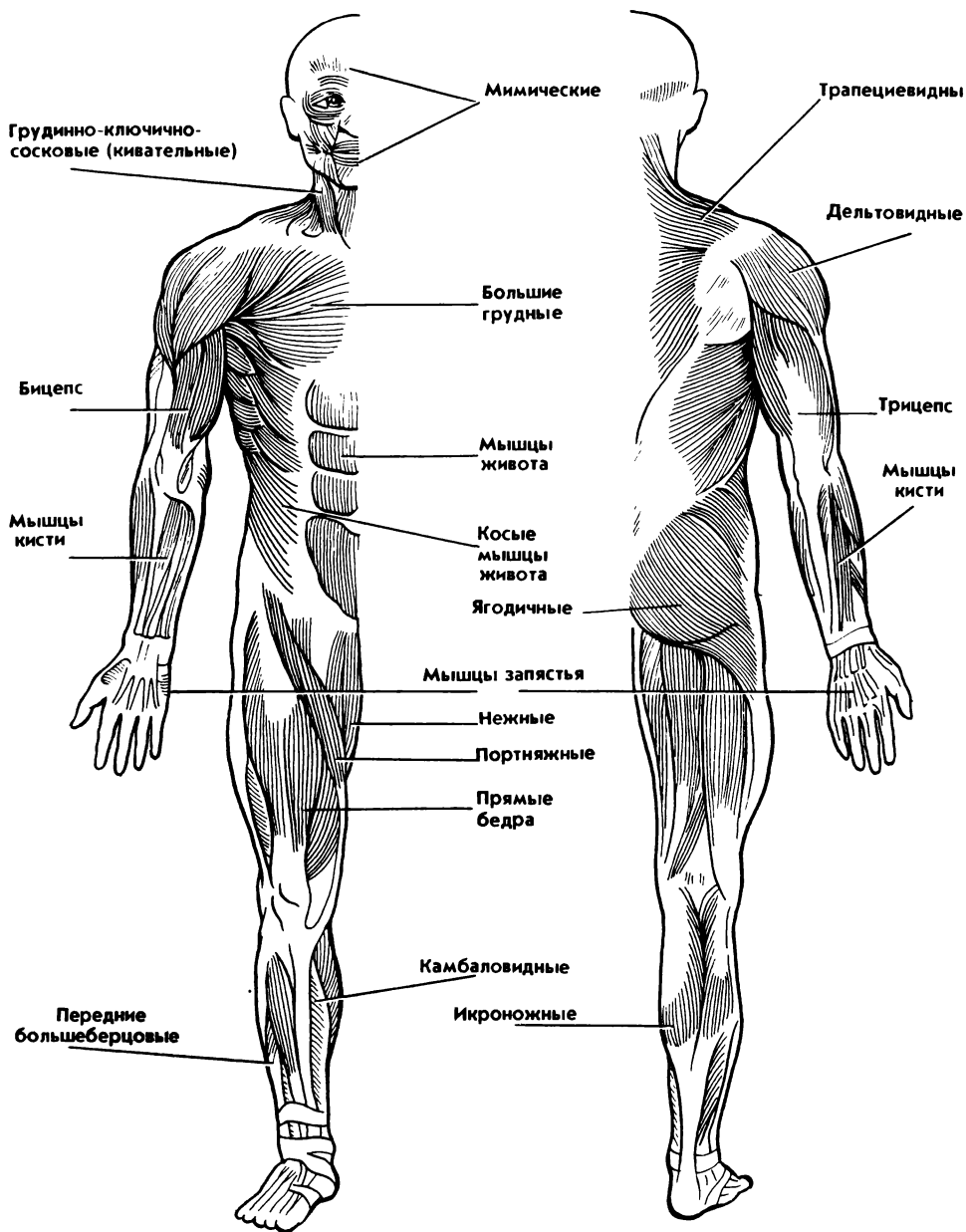


Рис. 214. Основные мышцы человека

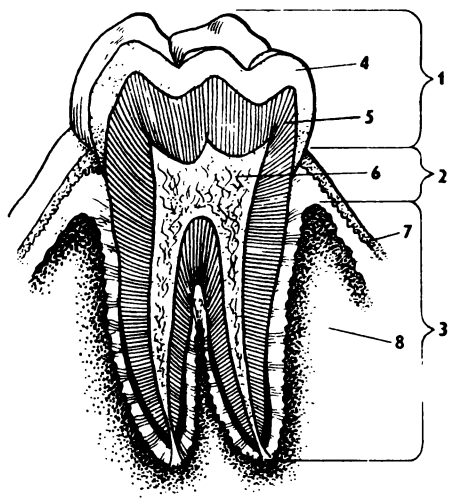


Рис. 215. Схема строения коренного зуба человека:

1 — коронка; 2 — шейка; 3 — корень; 4 — эмаль; 5 — костное вещество зуба — дентин; 6 — мякоть (пульпа); 7 — десна; 8 — челюстная кость

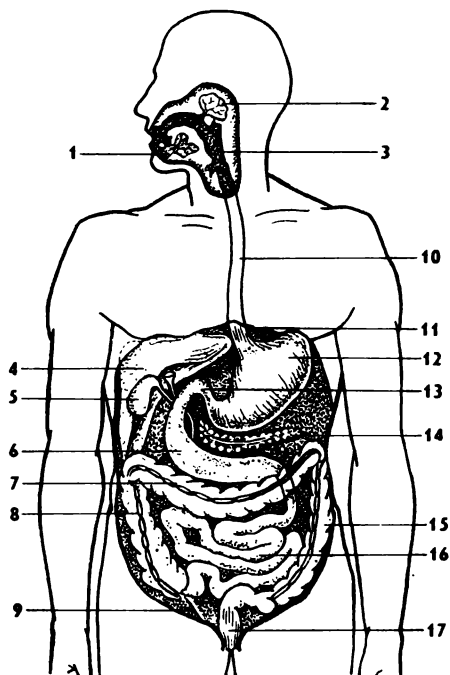


Рис. 216. Схема пищеварительной системы человека:

1 — подчелюстная и подъязычная слюнные железы; 2 — околоушная слюнная железа; 3 — глотка; 4 — печень; 5 — желчный пузырь; 6 — двенадцатиперстная кишка; 7 — поперечная толстая кишка; 8 — восходящая толстая кишка; 9 — аппендикс (червеобразный отросток); 10 — пищевод; 11 — диафрагма; 12 — желудок; 13 — отдел, регулирующий поступление пищи из желудка в кишечник (привратник); 14 — поджелудочная железа; 15 — нисходящая толстая кишка; 16 — тонкая кишка; 17 — прямая кишка

Каждый зуб сидит в ячейке челюстной кости; различают корень зуба, шейку, погруженную в десну, и выступающую наружу коронку. Коронка покрыта зубной эмалью, весьма прочной и химически стойкой, содержащей фтор. Внутри зубы заполнены мякотью, в которую подходят кровеносные сосуды и веточка нерва. В общем строение зубов млекопитающих похоже на строение плакоидных чешуй акулы и унаследовано от древних рыбообразных предков (рис. 215).

Резцами млекопитающие откусывают пищу, клыками схватывают, удерживают, иногда убивают добычу, предкоренными и коренными размельчают. По строению зубов можно уверенно сказать, чем питается зверь, какой образ жизни он ведет. У грызунов, например, резцы большие и растут всю жизнь, стираясь с конца. Хищники имеют мощные клыки, а последний верхний предкоренной и первый нижний коренной образуют пару — нечто вроде лезвий ножиц для разрезания мяса. Поэтому у травоядных (грызунов, жвачных) становятся маленькими и исчезают клыки, а у хищников мелкие резцы. Часто говорят: «слоновые клыки». Но клыков у слонов нет, слоновую кость составляют бивни — огромные резцы.

Обезьяны и человек остались всеядными, не специализируясь к какой-либо пище. Поэтому зубная система у них близка к исходному типу, сформировавшемуся еще у зверозубых ящеров.

Измельченная зубами пища в ротовой полости смачивается слюной — выделениями трех пар слюнных желез (рис. 216): околоушных, подчелюстных и подъязычных. За сутки человек выделяет до 2 л слюны.

Хотя слюноотделение появляется еще у земноводных, только у млекопитающих слюна приобрела пищеварительные свойства. Если долго жевать кусочек черного хлеба, он приобретает сладковатый вкус. Это крахмал в хлебе расщепляется на солодовый сахар (мальтозу) и глюкозу. Есть в слюне и другие биологически активные вещества: *гормоны* и бактерицидный *белок — лизоцим*.

В ротовой полости пища перемещается языком, который является также органом вкуса и осязания, а у человека еще и позволяет произносить звуки членораздельной речи. Из полости рта пища попадает в *глотку* — полость позади мягкого неба и языка. Кроме ротовой полости, в глотку впадают внутренние ноздри — *хоаны*, соединяющие ее с носовой полостью, *гортань*, ведущая к трахее, *пищевод*, ведущий к желудку, и евстахиевы трубы, соединяющие глотку с полостями среднего уха. Через евстахиевы трубы выравнивается давление по обе стороны барабанной перепонки. Из всех структур нашего организма евстахиевы трубы наиболее близко напоминают жаберные щели ланцетника, а то и более примитивного баяноглосса.

Пути пищи в желудок и воздуха в легкие в глотке перекрещиваются. Поэтому при глотании автоматически, рефлекторно мягкое небо закрывает проход в носовую полость, а вход в гортань прижимается к особому хрящу — *надгортаннику*. У многих людей, особенно мужчин, движение гортани при глотании хорошо прослеживается по движению ее выступающей на горле части — *кадыка* («адамова яблока»).

Далее пищевой комок следует по пищеводу — трубке, проходящей между легкими позади сердца к желудку. Двигается пища не вследствие тяжести, а следуя сокращениям мускулистых стенок пищеварительной системы (иначе космонавты не могли бы есть и пить в невесомости). Эти волновые сокращения называются *перистальтикой*.

Желудок — толстостенный, также мышечный мешковидный орган, стенки которого выделяют сильноокислый ($\text{pH} \sim 1$) желудочный сок, расщепляющий белки пищи. Емкость человеческого желудка достигает 3 л. От самопереваривания стенки желудка защищены слизистым слоем. Повреждение его приводит к язве желудка, тяжелому и опасному заболеванию.

После 6—10 ч пребывания в желудке пища поступает в первую петлю тонкого кишечника — *двенадцатиперстную кишку*. В ней среда уже не кислая, а слабощелочная. В этот отдел кишечника впадают протоки *поджелудочной железы* и *печени*. Печень, самая крупная железа нашего тела,

вырабатывает *желчь* — желто-оранжевую жидкость, содержащую желчные кислоты. Они превращают пищевые жиры в эмульсию мельчайших шариков жира, облегчающую их переваривание. Кроме того, печень обезвреживает яды, здесь же идет синтез животного крахмала — гликогена из глюкозы. Печень справедливо называют химической лабораторией организма.

Выходящая из печени желчь временно скапливается в желчном пузыре, на нижней ее поверхности, а оттуда идет через желчный проток в *среднюю кишку*. Пузыря нет у китов, слонов, ряда копытных и грызунов. Так как соли желчных кислот плохо растворимы, они порой выпадают в пузыре в осадок, образуют камни, причиняющие мучительные боли. Закупорка желчных путей может происходить также от воспаления, вызываемого паразитами или бактериями. Сок поджелудочной железы содержит ферменты, расщепляющие белки и полисахариды до мономеров — аминокислот и простых сахаров, а жиры — до глицерина и жирных кислот. Желчи у человека за сутки выделяется до 1,5 л, а поджелудочного сока — до 2 л.

В следующем за двенадцатиперстной кишкой отделе *тонкого кишечника* переваренная пища всасывается. Слизистая оболочка тонких кишок кроме множества складок покрыта многочисленными кишечными ворсинками, тысячекратно увеличивающими площадь всасывания. К каждой ворсинке подходит сеть кровеносных капилляров и один канал, содержащий лимфу (подробнее о лимфе будет сказано ниже).

Сахара и аминокислоты всасываются непосредственно в кровь, жиры в стенке кишечника вновь синтезируются из глицерина и жирных кислот, а затем поступают в лимфу и лишь затем — в кровь.

Все, что не всосалось в тонком кишечнике, поступает в *толстую кишку*. Граница между ними — мешковидная слепая кишка с червеобразным отростком — *аппендиксом*. У травоядных животных в ней развиваются бактерии, расщепляющие целлюлозу. У человека и слепая кишка, и аппендикс особой роли в пищеварении не играют.

В толстой кишке всасывается вода и формируется кал. В ней же развиваются бактерии, составляющие по массе не менее половины экскрементов. При воспалении слизистой оболочки толстой кишки усиливается ее перистальтика, вода не успевает всасываться, и кал становится жидким (понос). Наоборот, вялая перистальтика делает кал плотным (запор). Заканчивается толстая кишка *прямой кишкой*; далее следует заднепроходное отверстие — *анальное* (анус).

Кровь и система кровообращения. *Тканью* анатомы обычно называют скопление клеток одного или нескольких типов, слагающих какой-либо орган и выполняющих определенную функцию. Иногда клеток в ткани относительно мало и ее в основном слагает межклеточное вещество. Такова *костная ткань*.

Кровь и связанная с ней лимфа — жидкие ткани нашего организма. В крови межклеточное вещество — вода. Она свободно перемещается по сосудам тела, связывая и перенося кислород и CO_2 — углекислый газ, а также питательные вещества: глюкозу, аминокислоты, жиры, витамины, ионы солей. Кровь также собирает со всего организма и подводит к органам выделения продукты распада (диссимиляции): мочевины, мочевую кислоту и ряд других веществ. Она и отводит от органов излишнее тепло, и, наоборот, согревает

охлаждающиеся с поверхности ткани, выравнивает по всему телу концентрации веществ, pH и многое другое.

Наконец, кровь выполняет и защитную функцию, уничтожая и обезвреживая чуждые организму вещества — *антигены* и частицы, содержащие эти антигены на поверхности: вирусные частицы, бактерии, чужие клетки.

Всего у человека в организме около 6 л крови. Больше половины (55%) ее составляет *плазма* — прозрачный, чуть желтоватый раствор в основном белков; 45% — форменные элементы (клетки): красные кровяные тельца *эритроциты*, белые кровяные тельца *лейкоциты* и кровяные пластинки *тромбоциты*. Потеря трети крови (около 2 л) может привести организм к гибели, если она не будет восполнена донорской кровью или кровезаменителем. В каждом эритроците содержится 260—270 молекул особого белка — *гемоглобина*, каждая из которых содержит 4 атома железа. Гемоглобин в кровеносных сосудах легких связывает кислород, превращаясь в *оксигемоглобин* ярко-алого цвета. Это нестойкое соединение и при дефиците кислорода в плазме легко распадается, отдавая кислород другим клеткам и тканям. Отдавший кислород, восстановленный гемоглобин легко связывается с углекислым газом, образуя более темный *карбгемоглобин*. Потому-то артериальная кровь более яркого цвета, чем венозная. Окись углерода (СО), содержащаяся, например, в автомобильном выхлопе, прочно связывается с гемоглобином и может привести к смертельному отравлению. Надышавшегося окисью углерода (угоревшего) надо спешно вынести на свежий воздух и, если возможно, давать ему вдыхать кислород.

В мышцах животных содержится и другой кислородсвязывающий белок — *миоглобин*. Он в 4 раза меньше гемоглобина, содержит один атом железа и похож на гемоглобин миноги. Миоглобин связывает до 14% общего содержания O_2 в организме, обеспечивая мышечную ткань кислородом при интенсивном дыхании. Больше всего его в мышцах ныряющих, способных долго задерживать дыхание животных. Потому-то мясо утки или кита темнее мяса курицы или телянка.

Эритроциты образуются в красном костном мозге, откуда поступают в кровь. Это недолговечные клетки, живущие в среднем 120 дней: ежесекундно в наших сосудах распадается 15 млн. эритроцитов и примерно столько же образуется.

Лейкоциты имеют ядра и довольно разнообразны. Самые мелкие из них — *лимфоциты* — до 10 мкм в поперечнике, самые крупные — *макрофаги*, захватывающие посредством фагоцитоза бактерии, вирусы, и разрушающиеся клетки. Всего у взрослого человека в норме 4—9 млрд. лейкоцитов в литре крови, при воспалительных процессах их число возрастает. Различают *T*-лимфоциты, которые образуются в *вилочковой железе* — *тимусе* из вышедших из костного мозга предшественников, и *B*-лимфоциты. У них разные функции. *T*-лимфоциты активизируют деятельность *B*-лимфоцитов (их называют *хелперы* — помощники) или разрушают чужеродные и раковые клетки (*киллеры* — убийцы); *B*-лимфоциты вырабатывают специфические белковые молекулы — *антитела*, связывающиеся с антигенами и нейтрализующие их. Антитела называют еще *гамма-глобулинами*.

Важный кроветворный орган — *селезенка* — относительно небольшое мешковидное тело, располагающееся в области желудка. Как и печень, селезенка — депо крови, в ней содержится около 0,5 л. При усиленной физи-

ческой работе гладкие мышцы ее сокращаются, и кровь выделяется в сосуды. У рыб, земноводных, рептилий и птиц в селезенке образуются из клеток-предшественников эритроциты и лимфоциты. У млекопитающих достаточно для наработки эритроцитов костного мозга, в селезенке они образуются лишь у эмбриона и при заболеваниях костного мозга. Но и у человека в ней в основном распадаются старые, завершившие свою жизнь красные кровяные тельца, поэтому физиологи образно называют селезенку «кладбищем эритроцитов». Там же задерживаются и разрушаются попавшие в кровь бактерии, вирусы, токсины. Селезенка — важнейший орган, обеспечивающий защиту нашего организма от внешних факторов.

Многогранная деятельность лейкоцитов спасает нас от бактерий и вирусов, да и большинство злокачественных клеток, возникающих в организме, бывает ими обезврежено. К сожалению, порой они набрасываются на клетки и ткани своего же организма, вызывая разнообразные болезни. Они же отторгают пересаженные чужие органы: сердце, почку, кожу. Поэтому при пересадке органов защитные системы крови (иммунитет) приходится подавлять.

Последние форменные элементы крови — *тромбоциты* — крошечные безъядерные клетки, в 2—8 раз меньше эритроцитов. Они отвечают за свертываемость крови, которая может вытекать из поврежденных сосудов.

У человека четыре группы крови, обусловленные наличием на поверхности эритроцитов двух веществ — агглютиногенов *A* и *B*. Это так называемая система *ABO*, у первой группы нет ни *A*, ни *B*, т. е. ноль, это универсальные доноры, но сами принимают только первую. У второй имеется *A*, у третьей *B*, у четвертой *A* и *B* (это универсальные реципиенты, им любая кровь приемлема).

На протяжении всей жизни млекопитающих кровь должна непрерывно циркулировать, выполняя свои функции. Циркуляцию обеспечивает сердце. У млекопитающих два круга кровообращения, т. е. сердце состоит из двух *предсердий* и двух *желудочков*. Предсердия тонкостенны и собирают кровь из идущих к сердцу вен, чтобы затем направить ее в желудочки. Более мускулистые стенки желудочков, сокращаясь, выбрасывают кровь по артериям. Правая сторона сердца обеспечивает *малый, легочный, круг кровообращения*. В правое предсердие кровь поступает по двум крупным венам — верхней поллой вене (от головы и рук) и нижней (от нижней части тела).

Через трехстворчатый клапан кровь из предсердия попадает в желудочек, а из него — в легочную артерию, идущую в легкие. Из легких окисленная ярко-алая кровь следует в левое предсердие по двум легочным венам. В *малом круге* все наоборот — легочные вены содержат кровь артериальную, а артерии, наоборот, венозную, отдавшую кислород и получившую углекислый газ (рис. 217).

Левая половина сердца артериальная. Кровь из предсердия через двустворчатый, он же *митральный, клапан* идет в желудочек, а оттуда выбрасывается по *аорте* (в среднем по 5 л/мин). В отличие от птиц, у млекопитающих аорта направлена в левую сторону.

Средняя частота сокращений (пульса) сердца — около 70 в минуту. Повышенная частота говорит о физическом утомлении или болезни. Дефекты клапанов и другие нарушения работы сердца можно установить по шумам и электрическому току (электрокардиограмма, сокращенно ЭКГ), возникающему при сокращении сердечной мышцы.

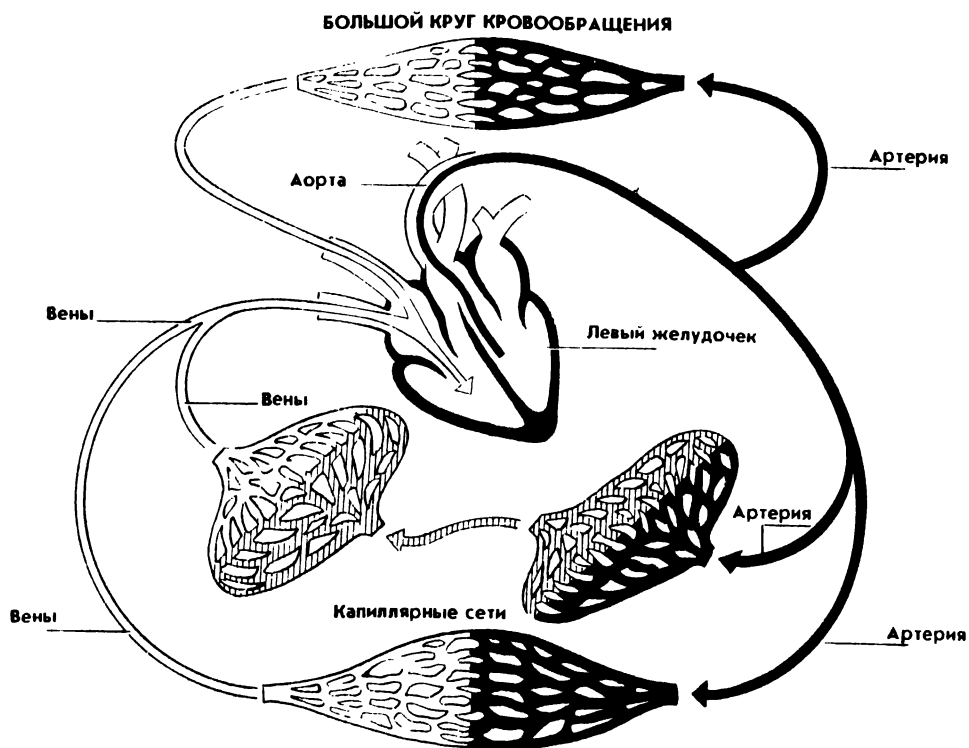
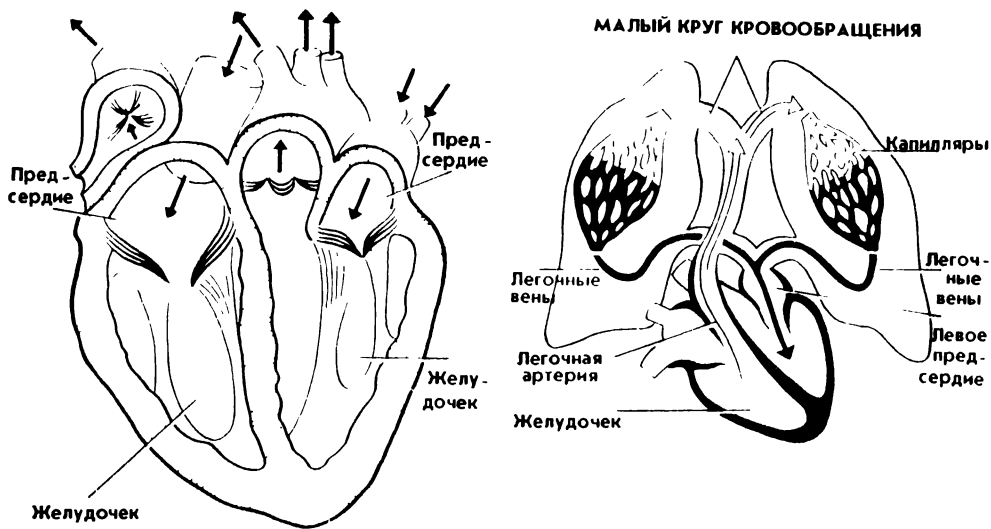


Рис 217 Схема системы кровообращения человека:
внизу справа сердце в разрезе

От сердца кровь отходит по артериям, на которые ветвится аорта. Первыми от нее отходят сосуды, снабжающие кровью саму сердечную мышцу, сонные артерии, снабжающие голову, включая мозг, и артерии, идущие в верхние конечности. Затем отходящие артерии подают кровь в органы брюшной полости и ноги. В конечном счете аорта оказывается разделенной на бесчисленное множество *капилляров*. Их общая площадь сечения почти в 1000 раз превышает диаметр аорты. Капилляры, в свою очередь, собираются в *вены* — сосуды тонкостенные, обычно расположенные более поверхностно, часто на конечностях под кожей. По венам кровь начинает обратный путь к сердцу, точнее, к полым венам (верхней и нижней), чтобы пройти малый круг и подготовиться к очередному большому кругу.

В этой стройной схеме есть два дополнения. Кровь, идущая из капилляров стенок кишечника, обогащена не только питательными веществами, но и продуктами распада пищи, в первую очередь ядовитым аммиаком. Поэтому она (а также кровь от стенок желудка, поджелудочной железы и селезенки) идет сначала через *воротную вену* к печени, где в ее капиллярах отдают токсины для обезвреживания. Аммиак, например, превращается в гораздо менее токсичную мочевины. Часть питательных веществ остается в печени про запас. Лишь затем через печеночную вену она идет в нижнюю полую вену — и далее к правому предсердию.

Второе дополнение к большому кругу — *лимфатическая система*. Между клетками тканей располагается тонкий слой тканевой жидкости, которая также должна очищаться и обновляться. Эта жидкость собирается в тонкие *лимфатические капилляры*, переходящие в *лимфатические вены*. Вены несут лимфу — бесцветную жидкость, похожую на кровь, но без эритроцитов, лишь с немногими лимфоцитами. Только после приема жирной пищи лимфа белеет, как молоко, от мелких шариков жира. В местах слияния лимфатических сосудов образуются *лимфатические узлы*, задерживающие вредные примеси и бактерий. Самые крупные узлы расположены в паховой области и под мышками. При ряде заболеваний они увеличиваются и воспаляются.

В узлах застревают и могут там размножиться раковые клетки, образующие *метастазы*. Поэтому при операции близлежащие узлы также удаляют. Пройдя через барьеры узлов, лимфа через подключичные вены сливается с кровью (до 3 л за сутки).

Если вы помните, у земноводных также есть лимфатическая система и даже четыре лимфатических сердца. У млекопитающих, в том числе и человека, таких сердец нет. Они достаточно подвижны, и движение лимфы по сосудам обеспечивается сокращением скелетных мышц и дыхательными движениями грудной клетки, которой нет у амфибий.

Такой сложный механизм необходим для нормальной жизнедеятельности. Ведь организм взрослого человека состоит примерно из 10^{15} клеток. Если бы каждая клетка снабжалась из окружающей среды самостоятельно, как у одноклеточных, этой среды потребовалось бы не менее 10 тыс. м³. А общий объем тканевой жидкости у человека немногим больше ведра (14 л). Недаром остановка сердца равносильна для млекопитающих смерти — через 3—5 мин клинической смерти во всех клетках, особенно в мозге, начинаются необратимые изменения.

Дыхательная система. Воздух, которым дышат млекопитающие, попадает в легкие через *носовую полость* (рис. 218). Лишь когда нос заложен и в крайней усталости с одышкой приходится дышать ртом. Носовая полость разде-

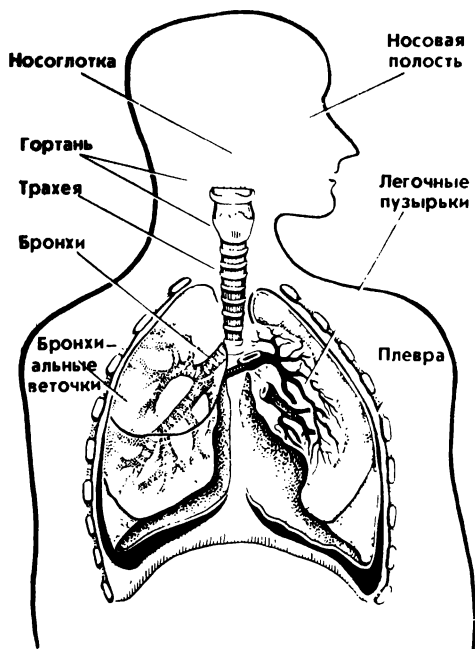


Рис. 218. Схема дыхательной системы человека

лена костно-хрящевой перегородкой на две половины и снабжена извилистыми ходами. В них вдыхаемый воздух не только согревается и увлажняется. Часть вдыхаемых частиц пыли и микробов оседает на стенках воздухоносных путей, прилипая к слизи, содержащей к тому же бактерицидный белок — *лизоцим*.

Слизь с осевшими частицами выводится наружу согласованными движениями ресничных клеток *мерцательного эпителия*, которыми выстланы стенки воздухоносных путей. Там же располагаются клетки — рецепторы обоняния.

У животных, в жизни которых обоняние играет большую роль, чем у человека, носовые полости очень велики. И хотя обоняние человека достаточно развито, у животных вроде собаки оно достигает фантастической чувствительности. Человек же происходит от обезьян, сделавших ставку на цветное бинокулярное зрение, и особо чуткий нос ему не нужен.

Из носовой полости воздух следует через носоглотку в *гортань*, образованную несколькими хрящами. Впереди расположен *щитовидный хрящ*, легко прощупываемый на

горле (кадык). Напомню, что при глотании гортань рефлекторно, автоматически перекрывается надгортанником. Поперек гортани спереди назад протянуты голосовые связки с голосовой щелью между ними. Вибрация связок определяет высоту и тембр нашего голоса.

Далее воздух идет в *трахею*, прилегающую задней стенкой к пищеводу. Передняя сторона ее защищена хрящевыми полукольцами. Трахея делится на два главных *бронха*, входящих в легкие. Уже в легких бронхи многократно ветвятся, завершаясь на концах легочными пузырьками — *альвеолами*. Общая внутренняя поверхность альвеол около 100 м^2 , они заполняют легкие, образуя губчатую массу.

Как происходит вентиляция легких? Снизу они отделены от кишечной полости *диафрагмой* — соединительнотканной перегородкой с гладкой мускулатурой (через нее проходит пищевод). Сокращение мышц опускает диафрагму, расширяя объем грудной полости. Параллельно межреберные мышцы растягивают ребра. При глубоком вдохе и выдохе им помогают и другие мышцы.

Стенки грудной полости и сами легкие покрыты оболочкой — *плеврой*. Между внутренними и наружными листками плевры пространство, заполненное жидкостью, по составу похожей на лимфу. В этом пространстве (плевральной полости, или плевральной щели) давление ниже атмосферного,

поэтому легкие всегда в норме растянуты, надуты, как футбольный мяч. Повреждение плевры приводит к тому, что легкие спадаются, и это может привести к смерти, если не «заделать пробойну», а до того делать искусственное дыхание, нагнетая воздух, хотя бы изо рта в рот пострадавшему.

Управляет легкими *дыхательный центр*, расположенный в *продолговатом мозге* — продолжении спинного мозга к головному. Когда концентрация углекислого газа в крови, а значит и в спинномозговой жидкости, повышается, кровь подкисляется вследствие образования угольной кислоты (H_2CO_3), и ионы (H^+) раздражают нервные клетки, а те подают сигнал усилить дыхательные движения. Наоборот, щелочная реакция крови дыхание тормозит.

Этот изящный механизм в иных условиях дает осечку. Летчики без кислородных масок, альпинисты на высоте свыше 2,5—5 км в условиях дефицита кислорода начинают интенсивно дышать, так как нехватка кислорода раздражает рецепторы нервной системы на развилке сонных артерий. Кислорода это не прибавляет, но весь углекислый газ выдыхается, кровь подщелачивается и не возбуждает дыхательный центр. Легкие не получают стимула к вентилиции — наступает высотная (горная) болезнь: слабость, головная боль, одышка, потеря сознания. На высоте свыше 7 км это уже опасно для жизни. Разные люди по-разному ее переносят. От горной болезни помогает прием кислоты (лимонной, аскорбиновой), подкисляющей кровь.

У аквалангистов, водолазов, дышащих воздухом под большим давлением, свои трудности. На глубине 90 м они дышат воздухом, сжатым до 10 атм, что может привести к кислородному отравлению (судороги). Поэтому на больших глубинах приходится дышать специальной смесью с низкой концентрацией кислорода. При снижении давления на подъеме растворенный в крови и тканях азот вскипает и образующиеся пузырьки закупоривают сосуды (кессонная болезнь), поэтому азот заменяют почти нерастворимым в крови гелием. Смесью из 95% гелия и 5% кислорода позволяет достигать самых больших глубин. Более того, при давлении свыше 3—4 атм в 100 мл крови растворяется 7 мл кислорода: при такой концентрации сам гемоглобин становится не нужен.

Неполадки дыхательного центра приводят к так называемому дыханию Чейн-Стокса, когда оно периодически прерывается. Оно же наблюдается при горной болезни, особенно во сне. В тяжелых случаях необходимо прибегать к аппаратам искусственного дыхания.

В состоянии покоя человек потребляет 250—350 мл кислорода за минуту, при быстрой ходьбе до 2,5 л, при работе «на надрыв» до 4 л. Это показывает, насколько сильно может изменяться интенсивность обмена в зависимости от условий.

Органы выделения. Как у всех позвоночных, основным органом выделения продуктов диссимиляции у млекопитающих являются *почки* — парные органы, расположенные у таза на спинной стороне (*метанефрос*). В отличие от лентовидных почек рыб и змей у млекопитающих почки компактной бобовидной формы около 10 см длины. Масса обеих почек не превышает 0,7% массы тела, но обмен в них интенсивен. Они снабжаются кровью через почечные артерии.

На разрезе почки видно, что она состоит из двух слоев: наружного, называемого *корковым веществом*, и внутреннего — *мозгового* (рис. 219). Мозговое вещество образует пирамиды, основания которых прилегают к корковому веществу, а вершины — почечные сосочки через малые и большую почечные чашечки открываются в *почечную лоханку*, имеющую проток в *мочеточник*. Мочеточники впадают в *мочевой пузырь* — полый орган со стенками, снабженными гладкой мускулатурой, в котором моча скапливается перед ее периодическим выведением из организма.

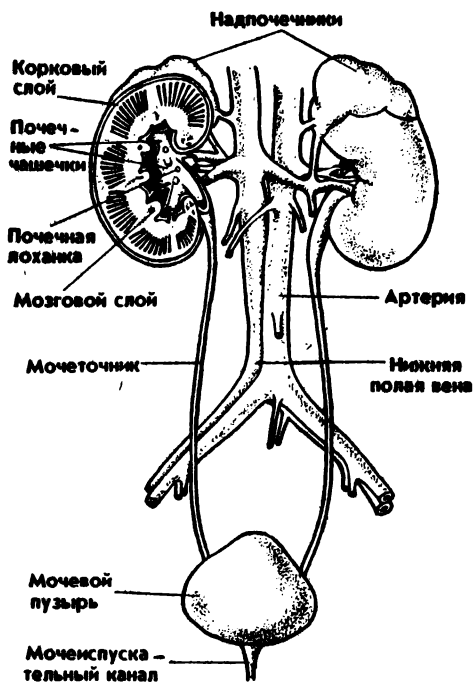


Рис. 219. Схема выделительной системы человека

Моча содержит 96% воды, 1,5% солей (в основном хлористого натрия) и около 2,5% органических веществ, у человека в первую очередь мочевины и мочевой кислоты. Мочевина образуется в печени из аммиака, мочевая кислота — продукт распада пуринов — оснований нуклеиновых кислот. Процесс мочеобразования сложен. Сначала в почечных клубочках происходит *ультрафильтрация* плазмы крови, при которой задерживаются вещества с высокой молекулярной массой. Поэтому обнаружение в моче белка ясно указывает на почечную болезнь. Из всей крови, прошедшей через клубочек, в мочу превращается только 1%. Это так называемая *первичная моча*. Далее в почечных канальцах происходит *реабсорбция* фильтрата (обратное всасывание). Из 125 л ультрафильтрата обратно всасывается 124 л. Вместе с водой из первичной мочи обратно в кровь всасываются аминокислоты, сахара, витамины и другие низкомолекулярные вещества, нужные организму. В результате организм

не теряет ничего нужного и удаляет ненужные вещества с минимумом воды. У животных, живущих в сухих и безводных местах, например у верблюда, моча еще более концентрирована. У человека за сутки выделяется 1200—1500 мл мочи, в которой содержится до 60 г мочевины, мочевой кислоты и других веществ. Нормальный желтоватый цвет обусловлен продуктом распада гемоглобина — урохромом.

Почки регулируют количество воды в организме и выводят из него ядовитые продукты метаболизма, поэтому нарушение их функций — тяжелое, нередко угрожающее жизни заболевание. Воспаление почек (*нефрит*) повышает их проницаемость, так что в моче оказываются белки и даже кровяные клетки. Следствие — отеки, водянистое набухание тканей, отравление продуктами обмена (*уремия*). Соли мочевой кислоты (*ураты*) и фосфат кальция могут выпадать в осадок, образуя в мочевом пузыре камни, вызывающие острые боли.

Успех в жизненной борьбе, который млекопитающие разделили с птицами, объясняется не только совершенством опорно-двигательной, пищеварительной, кровеносной, дыхательной и выделительной систем, но и согласованностью их действия. Сложному организму нужна система регуляции, управляющая движением, пищеварением и дыханием, кровообращением, «ремонтными работами», связанными с заменой отслуживших свой срок клеток. Эти вопросы, а также размножение рассмотрим в следующей главе.

ГЛАВА 19. СТРОЕНИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Класс млекопитающих: нервная система; головной мозг; органы чувств; железы внешней и внутренней секреций; половая система млекопитающих и человека

Нервная система. От кишечнорастных до человека важнейшим фактором, объединяющим организм, является *нервная система*. Клетки ее — *нейроны* в общем у всех животных похожи. Нейрон состоит из тела клетки, имеющего ядро, и отростков — *дендритов*, названных так потому, что они ветвятся, как ветви и корни деревьев. Один отросток, самый длинный, называется *аксоном* (от греч. «аксис» — ветвь). Аксоны бывают метровой длины и на конце также ветвятся. Обычно они на протяжении большей части длины покрыты белой миелиновой оболочкой. Миелин комплекс белка с жироподобным веществом, обматывает аксон, как шелковая изоляция. Он, кстати, и служит изолятором, не проводящим электричество.

Обязанность нейрона — передавать по аксону нервное возбуждение — импульс (рис. 220). Нейроны соединяются друг с другом и с теми клетками, которые должны возбудить, — *синапсами* — расширенными и уплощенными контактными концами отростков.

Тела нейронов сероватые и образуют в головном и спинном мозге *серое вещество*. Отростки из-за миелиновой оболочки белые и образуют *белое вещество*, слагающее нервы, пронизывающие и объединяющие все органы тела. Всего у человека около 10—14 млрд. нейронов, образующих *центральную нервную систему: головной и спинной мозг и периферическую нервную систему*, слагаемую нервами, отходящими от головного и спинного мозга. Если аксоны, слагающие нерв, передают возбуждение к мозгу, нерв называется *центростремительным*, если от мозга к органам — *центробежным*. Многие нервы образованы аксонами и того и другого рода и называются *смешанными*.

Спинной мозг — самая древняя часть нервной системы, он появляется уже у ланцетника. Это — трубка, образующаяся из отшнуровавшегося впячивания эктодермы зародыша, с полостью внутри (*спинномозговой канал*) (рис. 221). Этот канал заполнен жидкостью, по составу близкой к плазме крови. И спинной, и головной мозг защищены от внешних воздействий тремя оболочками: наружной — твердой, внутренней — мягкой и лежащей между ними паутинной.

По спинному мозгу сигналы движутся к головному (восходящий путь) и от мозга — к органам (нисходящий). Но с большей частью поступающих импульсов спинной мозг управляет сам, не беспокоя головной. Он отвечает за *безусловные рефлексы* — простейшие проявления нервной деятельности. На раздражение определенного рецептора, принятое через центростремительный нерв серым веществом, мозг отвечает соответствующим импульсом, вызывающим, например, сокращение мышцы. Так, раздражение слизистой оболочки дыхательных путей вызывает быстрый и резкий выдох через рот (кашель), почувствовав ожог, мы автоматически, рефлекторно, отдергиваем руку от источника тепла.

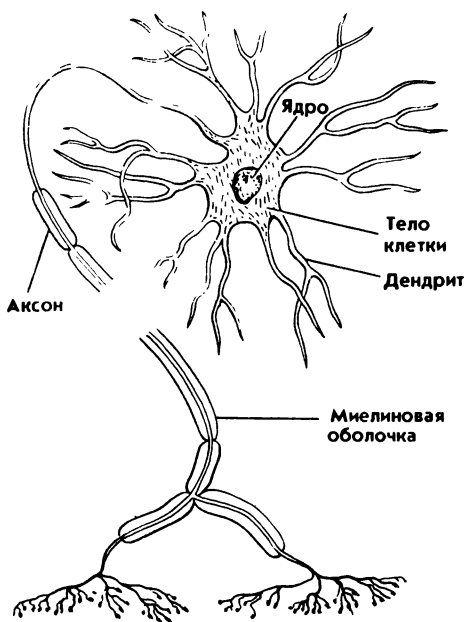


Рис. 220. Нейрон — клетка нервной ткани

Повреждение заднего корешка какого-нибудь спинномозгового нерва приводит к потере чувствительности того участка тела, который этот нерв обслуживает (иннервирует). При повреждении переднего корешка наступает паралич иннервируемых им мышц. Это следствие разрыва *рефлекторной дуги* — передачи импульсов от мышцы в мозг и обратно в мышцу.

Кроме мышц спинной мозг вместе с головным управляет периферической, или *вегетативной*, нервной системой. Она делится на *симпатическую* и *парасимпатическую* (рис. 222). Эти системы иннервируют внутренние органы: слезные и слюнные железы, сердце, легкие, желудок и кишечник. Действие этих систем антагонистично: импульсы симпатических нервов усиливают сокращение сердца, сужают артерии, расслабляют стенки мочевого пузыря, расширяют зрачки глаз, а парасимпатические вызывают обратное действие. Однако большая часть парасимпатической системы уже управляется головным мозгом.

Корешки спинного мозга, особенно в нижней его части, могут ущемляться позвонками в результате воспаления или чрезмерной физической нагрузки, вызывая боли (радикулит, от греч. «радикс» — корень).

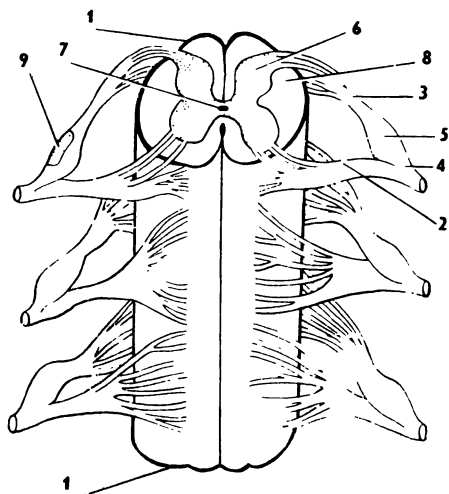


Рис. 221. Схема строения участка спинного мозга:

1 — спинной мозг; 2 — передний корешок; 3 — задний корешок; 4 — сливающийся из этих корешков нерв; 5 — утолщение заднего корешка (в них скопления нейронов); 6 — «бабочка» серого вещества, образованная телами нейронов; 7 — спинномозговой канал; 8 — белое вещество, образованное отростками нейронов; 9 — центростремительные нейроны задних корешков

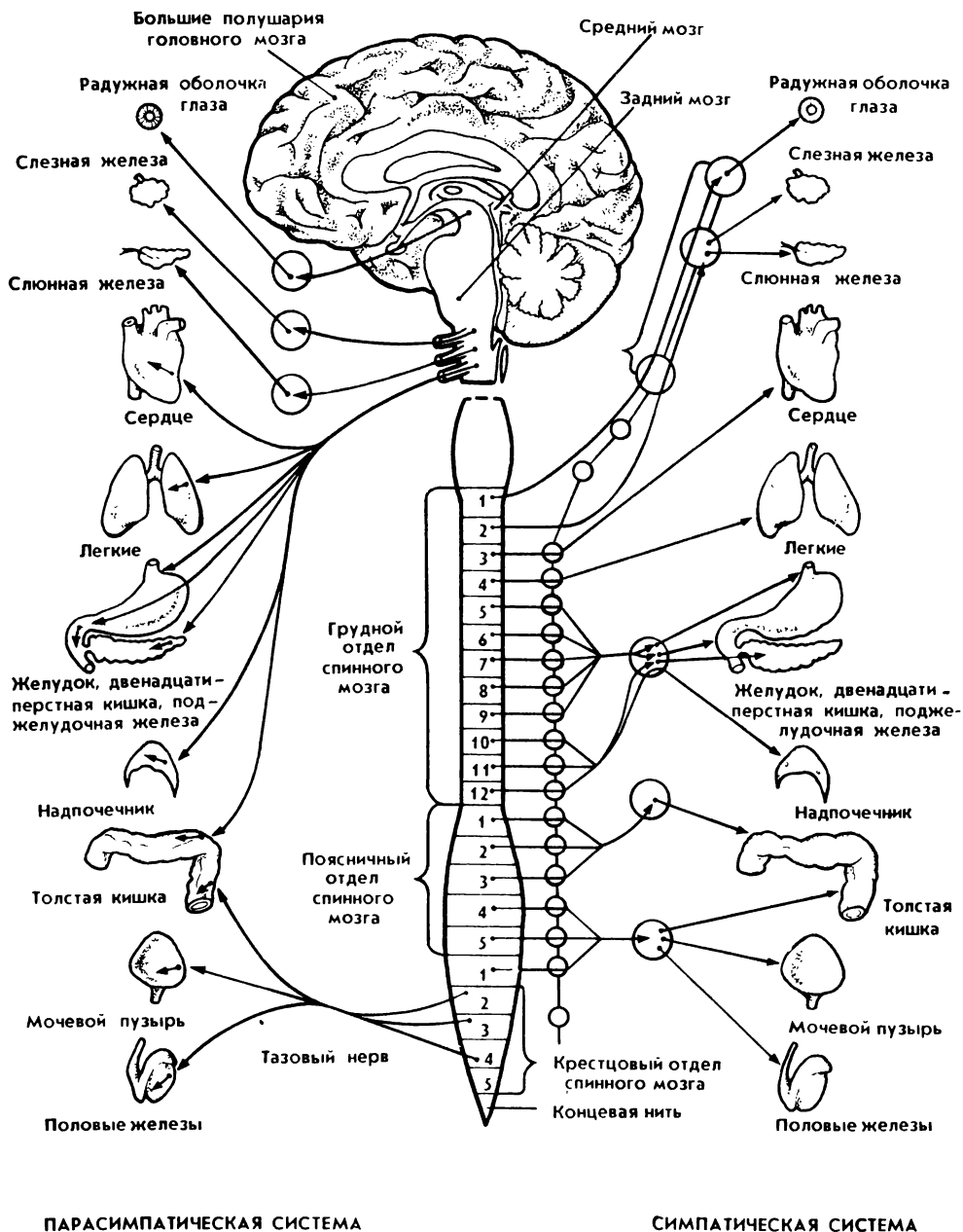


Рис. 222. Схема вегетативной нервной системы.
Показаны органы, управляемые скоплениями ее нейронов (ганглиями)

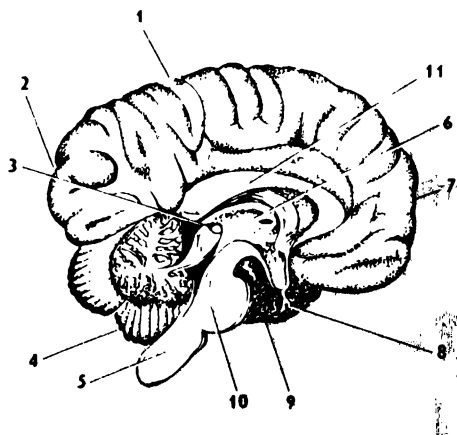


Рис. 223. Разрез головного мозга человека:
1 — теменная доля полушария;
2 — затылочная доля; 3 — энцефал;
4 — мозжечок; 5 — продолговатый
мозг; 6 — таламус; 7 — лобная до-
ля; 8 — гинофиз; 9 — край левой
стороны; 10 — средний мозг; 11 —
разрез через мозолистое тело

Головной мозг. Головной мозг — часть нервной системы, у человека гипертрофирован и достигает 1500 см^3 и выше (у высших обезьян не более 600 см^3). Это передний конец нервной трубки, возникающий из мозговых пузырей — расширений мозгового канала, превращающихся в *желудочки* мозга. Рассмотрим лишь самое главное его строение и функции (рис. 223).

Практически все отделы головного мозга млекопитающих встречаются уже у рыб. Начинается он с *продолговатого мозга* — продолжения спинного, в котором спинномозговой канал расширяется в четвертый мозговой желудочек. В этой части располагаются пути, ведущие от спинного мозга к высшим отделам головного, и важные центры, управляющие дыханием, сокращениями сердца, расширением и сужением артерий, глотанием, кашлем и рвотой. Повреждение продолговатого мозга приводит к немедленной смерти.

Над продолговатым мозгом расположен *мозжечок*. У всех активно двигающихся животных, в том числе и у человека, он хорошо развит, хотя меньше, чем у птиц. Эта часть мозга координирует мышечные движения. При заболеваниях мозжечка наступает расстройство координации движений.

Перед мозжечком расположен *средний мозг*, в основном управляющий проводящими путями и некоторыми рефлекторными центрами. Это тоже древняя часть, он есть еще у миног. Перед ним находится третий желудочек, третье расширение нервной трубки. Стенки его образуют *таламус* (от греч. «покой, спальня»). В таламусе расположены синапсы нервных волокон спинного, продолговатого и среднего мозга, передающие импульсы к большим полушариям. Там же расположены центры, которые регулируют температуру тела, обмен жиров и углеводов, давление крови и даже древние, звериные эмоции: если кошке раздражать таламус электрическим током, она выпускает когти и яростно шипит. Ниже таламуса расположен *гипоталамус* — центр, осуществляющий связь нервной системы с эндокринной (об эндокринной системе речь пойдет дальше). Вырабатываемые гипоталамусом нейрогормоны управляют другими железами внутренней секреции.

У низших позвоночных все эти части хорошо видны сверху. У млекопитающих, в первую очередь у человека, передний конец головного мозга сильно разросся, образуя *большие полушария*. Разрастаясь назад, они «сели» на древние части мозга так, что сверху виден только край мозжечка.

В полушариях более половины всех нейронов. Именно они определяют сознание, умственную деятельность и память. В них располагаются первый и второй желудочки. Поверхность полушарий (кора) у низших позвоночных гладкая. У млекопитающих, прежде всего у человека, серого вещества в полушариях так много, что поверхность их образует глубокие извилины. Соединяются полушария между собой пучком нервных волокон — *мозолистым телом*.

В каждом полушарии различают затылочную, височную, теменную и лобную доли. В затылочной доле расположен центр зрения, он обрабатывает информацию, доставляемую глазами; в височной доле — слуховой центр, у края теменной — осязательный. Лобные доли, разросшиеся у человека последними, осуществляют самые высшие формы нервной деятельности.

Парность полушарий и их сходство как будто свидетельствуют о их одинаковости, взаимозаменимости. Это справедливо для низших млекопитающих, но не для человека. По непонятным до сих пор причинам, проводящие пути, идущие от головного мозга к спинному, перекрещиваются, так что правое полушарие управляет левой половиной тела, а левое — правой. Соответственно различаются левши и правши. Оказалось, что человек посредством правого полушария мыслит образами, картинами, графиками; посредством левого — формулами, таблицами, логическими рассуждениями. Образно говоря, фантазируем мы правым полушарием, а подсчитываем доходы и расходы левым. Это явление называется *функциональной асимметрией полушарий*.

Быть правой или левой заложено в нас от рождения, но далеко не все правши таковыми родились. Часто праворукость насильственно формируют с детства. Примечательно, что многие гениальные люди были левшами или обоюрукими. Левшой был Леонардо да Винчи, Микеланджело одинаково свободно рисовал и правой и левой руками. Быть может, не зря в Японии детей обучают писать обеими руками — в дальнейшем это позволяет выявить скрытые в них способности.

Головной мозг отвечает за разработку *условных рефлексов*, теорию которых создал И. П. Павлов. Условные рефлексы не врожденные, их надо вырабатывать. Так, если собаку кормить под электрический звонок, через несколько сеансов слюна у нее будет выделяться по звонку, хотя она еще не видит пищи; мать мгновенно просыпается, услышав плач ребенка, хотя не реагирует на гораздо более громкие звуки. Способность к выработке условных рефлексов характеризует развитие высшей нервной деятельности, хотя свести к ней всю умственную деятельность нельзя.

Повреждение какой-либо части головного мозга (как и спинного) приводит к потере чувствительности или к параличу той или иной части тела. Нарушения обмена веществ мозга, часто врожденные, приводят к различным *неврозам*. Более серьезные заболевания центральной нервной системы — *психозы*: маниакально-депрессивный, когда периоды крайнего возбуждения чередуются с апатией, заторможенностью; паранойя — мания величия или преследования; шизофрения — расщепление сознания и др. Лишь в последнее время медицина подходит к разработке методов их настоящего лечения; пока врачи лечат не саму болезнь, а ее симптомы.

От головного мозга отходят 12 пар черепномозговых нервов. I, II и VIII пары — центростремительные, они поставляют информацию от органов обоня-

ния, зрения и слуха; другие, наоборот,— центробежные, они управляют движением глазных яблок, мышц плеча и языка; и смешанные. Наиболее известны V пара — *тройничный нерв*, иннервирующий зубы и кожу лица (от него зависит ощущение зубной боли), и X — *блуждающий нерв*, ответвление от которого имеются чуть ли не во всех внутренних органах.

Органы чувств. Сложнейший «компьютер», находящийся под сводом черепа, нуждается в получении информации из внешней среды. Она доставляется органами осязания, вкуса, обоняния, но в первую очередь — зрения и слуха. Специального органа осязания нет. В слое соединительной ткани, слагающей кожу, расположены многочисленные концы отростков нейронов. Раздражение свободных нервных окончаний вызывает боль. Другие концы нервов защищены особыми капсулами разного строения. Одни из них при раздражении вызывают чувство тепла, другие — холода, третьи и четвертые — более или менее сильного давления. Строго говоря, у млекопитающих не одно чувство осязания, а несколько: чувства боли, тепла, холода, сильного и слабого давления. Так как природа нервного импульса во всех нервах одинакова, характер ощущения определяется только природой капсулы — *рецептора*. У многих животных осязанию помогают *вибриссы* — жесткие щетинистые волосы на конце морды (например, усы кошек), связанные с рецепторами давления.

Хотя по сравнению со зрением и слухом осязательный канал пропускает немного информации, для слепоглохонемых осязание — единственный способ общения с внешним миром. Для слепых изобретен выпуклый шрифт, названный по имени ученого шрифтом Брайля, позволяющий им читать пальцами. Человек, лишенный способности воспринимать тепло, холод и особенно боль, жить нормально не смог бы.

Рецепторы давления распространены также по всем мышцам, они регулируют натяжение мышечных волокон и сухожилий. Без них невозможно было бы двигаться, все движения были бы чересчур размашистыми и несогласованными. Похожие рецепторы сигнализируют о наполнении желудка, мочевого пузыря. Болевые рецепторы также имеются на всех внутренних органах, кроме мозга (операции на мозге ведут без обезболивания).

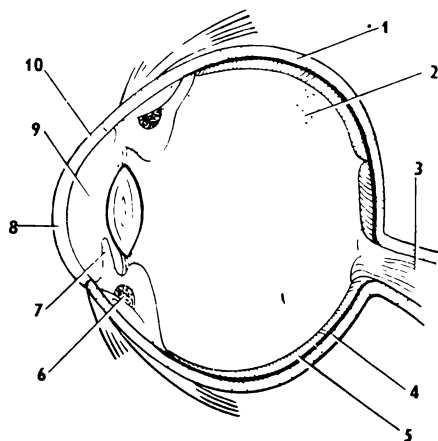
Химические ощущения — вкус и обоняние — тесно связаны между собой. Замечено, что при насморке, когда нос заложен, пища кажется безвкусной. Вкус ощущается специальными рецепторами, расположенными на слизистых оболочках языка и мягкого неба. Основные вкусовые ощущения — кислого, сладкого, соленого и горького обуславливаются разными рецепторами. По поверхности языка они распределяются неравномерно: сладкий и соленый вкус воспринимается кончиком языка, кислый — его боками, горечь — участком середины его спинки.

Обонятельные рецепторы располагаются в эпителии верхней части полости носа. По-видимому, существует очень много их типов в соответствии с разнообразием запахов. Поэтому способность людей воспринимать тот или иной запах может сильно варьировать, некоторые люди от рождения полностью лишены чувства обоняния.

Наиболее важно для человека чувство зрения. Строение глаза лучше всего понять из аналогии с фотоаппаратом. У позвоночных глаза камерного типа, с линзой — *хрусталиком*, проецирующим изображение на чувствительной к свету «пленке» — *сетчатой оболочке дна (сетчатке)*. Глаза млеко-

Рис. 224. Разрез через глаз млекопитающего:

1 — оболочка (склера); 2 — стекловидное тело; 3 — зрительный нерв; 4 — сосудистая оболочка; 5 — сетчатка; 6 — ресничная (цилиарная) мышца, сокращающая зрачок; 7 — радужная оболочка; 8 — зрачок; 9 — слой прозрачной жидкости; 10 — передняя прозрачная часть склеры — роговица



питающих лежат в глазницах (*глазные яблоки*) и имеют округлую форму. Они могут двигаться и поворачиваться в результате сокращения шести мышц. Снаружи яблоко защищает прочная оболочка — *склера*, спереди образующая прозрачный слой — *роговицу* (рис. 224). Помутнение роговицы приводит к частичной или полной слепоте. Между роговицей и хрусталиком — слой прозрачной жидкости. Более плотная и вязкая жидкость — *стекловидное тело* заполняет глаз. «На фокус» хрусталик наводится, изменяя свою кривизну в результате сокращения цилиарной мышцы. От выделения глаз защищен веками с ресницами по краям и слезами — выделениями слезных желез, открывающихся во внутренних уголках глаз. Вызванное бактериальным или вирусным заражением или ультрафиолетом воспаление — причина многих болезней глаз (блефарит, конъюнктивит и др.). Слезы содержат бактерицидный белок — лизоцим, но его порой бывает недостаточно. Как и фотоаппарат, глаз имеет диафрагму, регулирующую поступление света, — *радужную оболочку (радужину)* разного у разных людей цвета. Диафрагма состоит из кольцевых и радиальных мышечных волокон и расширяет или сужает *зрачок* — видимую часть хрусталика.

В сетчатке глаза расположены фоторецепторные клетки двух типов: около 125 млн. палочек и 6,5 млн. колбочек, названных так по форме.

Палочки чувствительнее к свету, колбочки различают цвета.

У большинства млекопитающих преобладают палочки, поэтому, например, волк или лиса не различают цвета, зато видят даже в безлунную ночь. Разговоры о том, что волк боится красных флажков или бык с особой яростью кидается на красное, не имеют основания. У человека и обезьян (а также птиц) много колбочек, поэтому они различают цвета, однако темной ночью ничего не видят.

Падая на фоторецепторы, свет вызывает распад соединения — зрительного пурпура. Распад уже 6—10 его молекул регистрируется как слабая вспышка. В темноте при моргании пурпур восстанавливается. Как и в фотоаппарате, линзы-хрусталики дают перевернутое изображение, которое потом разворачивается на 180° уже в мозге.

У многих людей фокусное расстояние хрусталика оказывается ближе или дальше сетчатки и изображение становится размытым (соответственно возникает близорукость или дальновзоркость). Их исправляют вогнутыми или выпуклыми линзами — очками. Так как ношение очков не всегда удобно, в последнее время стали применять эластичные контактные линзы, закладываемые под веки, или формировать такие линзы из самой роговицы тонкой хирургической операцией. Труднее исправляется астигматизм — дефект зрения, вызванный неоднородной кривизной роговицы, и помутнение хрусталика. Сейчас на место помутневшего хрусталика могут вживлять пластмассовый протез.

Наши органы слуха — уши, строго говоря, органы двух разных чувств: слуха и равновесия. Слуховой аппарат млекопитающих расположен в так называемой *каменистой части* височной кости черепа. Наружу он открывается наружным ухом — покрытой кожей хрящевой ушной раковиной и наружным слуховым проходом (рис. 225).

Обычно млекопитающие способны двигать раковинами, «нацеливая» их на источник звука, но у человека мышцы,двигающие ими, недоразвиты (рудиментарны). Однако нередко встречаются люди, способные двигать ушами.

Стенки слухового прохода имеют железы, выделяющие липкую ушную серу, задерживающую посторонние частицы и микроорганизмы. Замывается

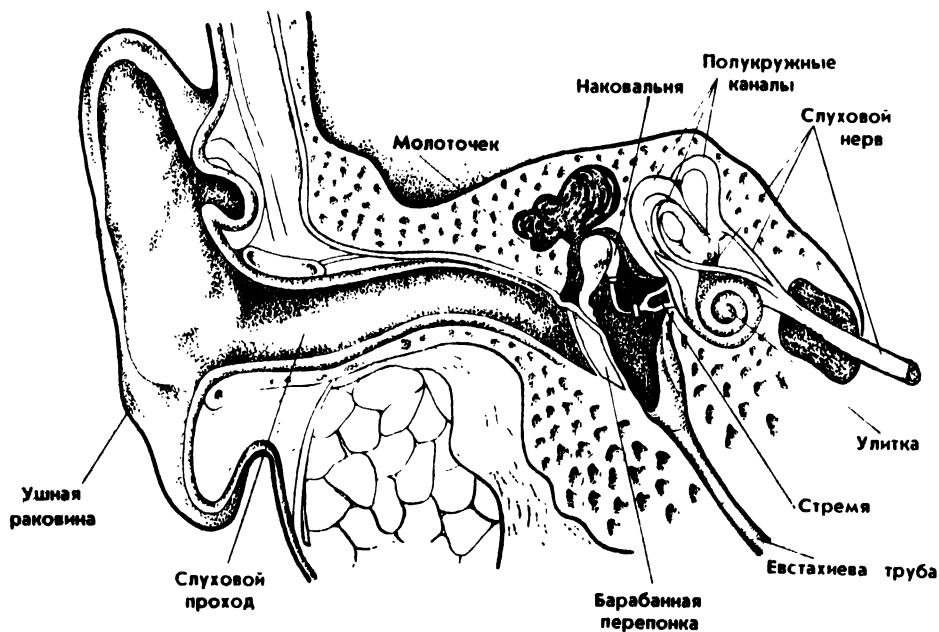


Рис. 225. Орган слуха и равновесия

слуховой проход тонкой мембраной — *барабанной перепонкой*, ограничивающей полость *среднего уха*. В нем расположены три слуховые косточки *молоточек*, прилегающий к мембране, *наковальня* и *стремя*, передающие колебания перепонки во *внутреннее ухо*. (Напомню, что полость среднего уха соединена с носоглоткой евстахиевой трубой для выравнивания давления по обеим сторонам мембраны.)

Среднее ухо с евстахиевой трубой — производные брызгальца примитивных рыб, т. е. жаберной щели. Молоточек и наковальня были верхними и нижними челюстями рыбообразных предков, а стремя произошло от гиоидной дуги, с помощью которой челюсти крепились к черепу. А на стадии бесчелюстных это были элементы поддерживающего жабры аппарата.

Система слуховых косточек передает колебания барабанной перепонки во *внутреннее ухо*. Это *слуховой лабиринт*, важнейшая часть которого канал, закрученный на два с половиной оборота, — *улитка*. В ней располагается рецептор слуха — *кортиева орган*: пять рядов клеток с волосками, плавающими в лимфе. Волоски разные по длине, как струны арфы, и колеблются, передавая раздражение на нерв, когда попадают в резонанс колебаниям мембраны. Человек может в норме слышать звуки от 20 до 20 тыс. колебаний в секунду, хотя некоторые люди не слышат, например, высоких или низких частот. У собак и лошадей диапазон воспринимаемых частот шире: они могут слышать ультразвуки. А усатые киты и слоны общаются друг с другом инфразвуками, которые человек тоже не слышит. Нормальное ухо еще чувствительнее, чем глаз. Дальше повышать чувствительность нельзя — мы бы просто слышали шум крови в своих ушах.

Воспаление среднего и внутреннего уха может привести к глухоте; очень часто источником инфекции оказываются евстахиевы трубы, куда микроорганизмы попадают из носоглотки.

Во внутреннем ухе расположен также орган равновесия из двух мешочков и трех полукружных каналов, расположенных в плоскостях, перпендикулярных друг к другу. Они заполнены лимфой, в которой плавают мелкие кристаллики CaCO_3 — *отолиты* (ушные камни). Под действием тяжести они опускаются на соответствующую сторону мешочка, возбуждая нерв и сигнализируя о положении в пространстве (в космосе, в невесомости отолиты бесильны). Перемещение лимфы в каналах также указывает на это. Периодические вертикальные колебания каналов могут вызвать болезнь (головокружение, тошноту), которую называют морской или воздушной.

Железы внешней и внутренней секреции. Гормоны; эндокринная система. В этой книге часто встречался термин *железы* (например, железы, выделяющие воск или яд у пчел, ядовитые железы у змей). В строгом смысле слова различают железы *внешней секреции* — *экзокринные*, выделяющие вырабатываемое ими вещество (*секрет*) на поверхность тела или слизистых оболочек органов через выводные протоки. У *эндокринных*, т. е. желез *внутренней секреции*, протоков нет и выделяемые ими вещества непосредственно поступают в кровь, реже в лимфу.

Экзокринные железы, вернее их секреты, разнообразны: слюнные железы, смягчающие нашу кожу; потовые железы, увлажняющие ее; слюнные железы; печень и поджелудочная железа, обслуживающие пищеварительную систему; млечные железы, происходящие, по-видимому, от слюнных; слизистые железы, покрывающие защитным слоем поверхности пищеварительных,

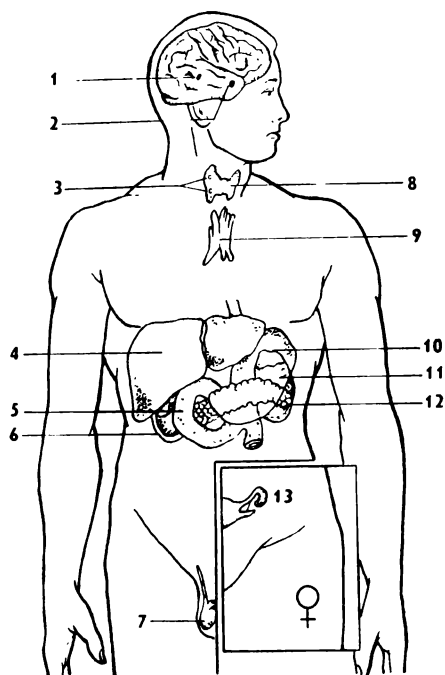


Рис. 226. Схема желез внутренней секреции человека:

1 — эпифиз и гипоталамус; 2 — гипофиз; 3 — околощитовидные (паращитовидные) железы; 4 — печень; 5 — двенадцатиперстная кишка (эндокринная деятельность 4—5 лишь недавно доказана); 6 — корковый слой почки; 7 — семенник; 8 — щитовидная железа; 9 — зобная железа (тимус); 10 — желудочек; 11 — надпочечник; 12 — поджелудочная железа; 13 — яичник

дыхательных и половых путей; слезные железы. У ряда млекопитающих ассортимент желез богаче: к ним относятся органы, выделяющие секреты, с помощью которых животное находит особь другого пола в сезон размножения, или метит свою территорию, или зловонным запахом отпугивает врагов (у скунса и других хорьковых).

Значение эндокринных желез долго не было известно, а оно огромно. Система эндокринных желез в регуляции функций организма играет роль не меньшую, чем нервная, но совсем по другому принципу. Нервная система управляет в основном мышечным сокращением и на химические процессы внутри организма влияет лишь косвенно — через усиление работы сердца, вентиляции легких, перистальтики кишечника, сокращения зрачка и т. д. Эндокринные секреты непосредственно ускоряют или замедляют разные стороны обмена веществ, управляя развитием организма и его жизнедеятельностью. Все железы внутренней секреции образуют как бы слаженный оркестр, малейший сбой в работе которого может иметь неприятный исход, вплоть до смертельного.

Активные вещества эндокринных секретов называют *гормонами*. Это могут быть белки или производные аминокислот, полициклические соединения — стероиды и ряд других. Нельзя сказать, что даже сейчас мы знаем все гормоны организма (и даже все эндокринные железы). Но у всех гормонов одна особенность — чрезвычайно высокая биологическая активность. Они действуют в настолько малых концентрациях, что обычным химическим анализом их выявить в тканях почти невозможно.

Например, 1 г мужского полового гормона может вызвать рост гребней у тысячи кастрированных петухов, а 1 г гормона линьки насекомых — *экдизона* вызвать линьку у 200 млн. насекомых. Ранняя (до двух недель) беременность легко обнаруживается, если впрыснуть несколько капель мочи беременной женщины лабораторной мыши: так называемый лютеинизирующий гормон вызовет у нее набухание сосков. Как правило, количество гормона измеряется не в граммах или миллиграммах, а в биологических единицах действия (мышиных, петушиных и т. д.).

Схема эндокринной системы человека показана на рисунке 226. Обзор ее начнем с желез, связанных с мозгом. Они управляют другими железами, усиливая или ослабляя их действие.

Вспомните о теменном глазе стегоцефалов и примитивных рептилий. Так как большие полушария обросли древние отделы мозга сверху, он оказался у млекопитающих внутри мозга и стал *эпифизом*, или *шишковидной железой*, лежащей над таламусом. Гормоны эпифиза управляют активностью других эндокринных желез.

Под эпифизом лежит *гипоталамус*. Эта крошечная железа выделяет нейрогормоны, управляющие активностью других желез внутренней секреции, в первую очередь *гипофиза*. (Так, генерал отдает обычно приказы офицерам, а не непосредственно солдатам.) Гипофиз — железа размером с горошину — продукт срастания двух желез с разной функцией. Его передняя доля выделяет гормон роста, усиливающий общий рост тела и удлинение костей. Высокая активность гипофиза у детей приводит к тому, что из ребенка вырастает гигант, низкая — вызывает карликовость. Если гормона роста вырабатывается в избытке у взрослого, наступает *акромегалия* (увеличение кистей рук, стоп ног, челюстей, надбровных дуг).

Кроме гормона роста, эта же доля гипофиза выделяет и другие гормоны, в первую очередь *гонадотропин*, стимулирующий рост и развитие яичников и семенников, управляющий половым созреванием. Другие гормоны гипофиза стимулируют выделение молока молочными железами, управляют другими железами внутренней секреции. И гипоталамус, и гипофиз вырабатывают *эндорфины* — удивительные крошечные белки, успокаивающие и обезболивающие. Задняя доля гипофиза выделяет гормоны, сокращающие матку после родов, повышающие артериальное давление, регулирующие обратное всасывание воды в почках, усиливающие пигментацию кожи. Деятельность гипофиза может быть подавлена или усилена нейрогормонами гипоталамуса, но он и сам тоже «дирижер эндокринного оркестра». Так, например, гипофиз выделяет гормон, стимулирующий работу *щитовидной железы*, расположенной на шее под гортанью. Гормон щитовидки — *тироксин* содержит четыре атома йода и работает в комплексе со специфическим белком. Нехватка тироксина сильно снижает обмен, вызывая тяжелую болезнь *микседему* (разрастание железы в зоб). У детей наследственный зоб приводит к слабоумию (если не лечить тироксином).

Сходный эффект вызывает нехватка в питьевой воде (например, текущей с ледников) йода. Теперь йод добавляют в пищевую поваренную соль. Тироксин у амфибий стимулирует превращение головастика в лягушку.

Когда тироксина, наоборот, много, обмен ненормально возрастает. Внешние признаки болезни — высокое кровяное давление, выпячивание глазных яблок (пучеглазие). В таких случаях лишнюю часть щитовидной железы удаляют. При этом надо быть крайне осторожным, чтобы не повредить

околощитовидных (паращитовидных) желез — крошечных, с горошинки железок, погруженных в ее поверхность. Их неосторожное удаление приводит к смерти менее чем через неделю. Это станет понятным, если сказать, что гормоны этих желез регулируют выделение фосфора почками и отложение кальция в тканях организма. (Кстати, парашитовидные железы происходят от жаберных мешков наших отдаленных, еще бесчелюстных предков.)

Вы знаете, что поджелудочная железа выделяет пищеварительный секрет. Но в ней есть островки клеток, вырабатывающие гормоны — *инсулин*, снижающий концентрацию сахара в крови, и его антагонист — *глюкагон*. Нехватка инсулина приводит к тяжелой болезни — *диабету*. Сейчас диабет перестал быть смертельным: диабетикам впрыскивают инсулин из поджелудочных желез коров и свиней.

Сверху к каждой почке прилегают маленькие (около 7 г) *надпочечники*. Их сердцевина выделяет *адреналин* — нервный медиатор, вызывающий также повышение кровяного давления, усиление обмена, свертываемости крови, стимуляцию нервной системы. Это гормон чрезвычайных обстоятельств, когда надо отбиваться от врага или спастись бегством. Кора надпочечников выделяет другие гормоны — *стероидные*, определяющие многие стороны обмена (из них более всех известен *кортизон*)

Вырабатывает кора надпочечников и гормон с действием мужского полового гормона. Стероидные гормоны сильно действуют на нервную систему, повышая ее возбудимость (их шутя называют «стероидными»).

Наконец, половые железы вырабатывают не только мужские или женские половые клетки, но и поступающие в кровь гормоны. Таков гормон семенников — *тестостерон*, тоже стероидный, определяющий не только развитие органов мужской половой системы, но и *вторичные половые признаки* (борода, усы, низкий тембр голоса, мускулистость).

У самок выделяется и другой гормон — *эстрадиол*, определяющий женские половые признаки (расширенный таз, меньшая волосатость тела, тембр голоса и цикл менструаций). Второй женский половой гормон *прогестерон* делает возможным оплодотворение и активизирует млечные железы.

Похоже, что кроме поджелудочной и другие железы внешней секреции выделяют в кровь биологически активные вещества (например, это установлено для слюнных желез и печени). Гормоны могут выделяться и клетками тонкого кишечника, и другими тканями, которых и железами не считают. Есть и временно действующие железы. Так, плацента (послед, детское место) не только питает развивающийся зародыш, но и выделяет гормоны. Наконец, *тимус*, или *вилочковая железа*, в верхней части грудной полости имеет большие размеры только в детский период, а у взрослого человека уменьшается. В ней под действием выделяемого гормона созревают белые кровяные тельца — лимфоциты, приходящие туда с кровью из селезенки и костного мозга. Вообще эндокринный контроль функций организма — одна из самых увлекательных проблем биологии и важная отрасль медицины.

Половая система млекопитающих и человека. Хотя у высших млекопитающих нет клоаки — полости, куда открываются мочевыделительные, половые протоки и анальное отверстие, у мужчин имеется общий мочеполовой проток. Мужские половые клетки — сперматозоиды (спермии) вырабаты-

ваются парными *семенниками*. Часто у млекопитающих они опускаются из полости тела в выпячивание стенки тела — *мошонку*. Это объясняется тем, что нормальная температура наших внутренних органов (около 37 °С) неблагоприятна для развития спермиев. Лишь у китов, слонов и носорогов семенники остаются в полости тела всю жизнь.

Семенники состоят из многочисленных семенных канальцев, из стеночных клеток которых развиваются спермий, и окружающих их клеток, вырабатывающих гормоны. Семенная жидкость (*сперма*) вырабатывается тремя железами, из которых главная — *предстательная железа (простата)*, расположенная в полости тела перед прямой кишкой. Семявыносящий проток направляется в полость тела и, огибая мочевой пузырь, впадает в мочеиспускательный канал. Общий мочеполовой проток у мужчин проходит в половом члене.

Женская половая система устроена значительно сложнее. Ведь она должна обеспечивать не только образование яйцеклеток, но и их оплодотворение, развитие зародыша и роды. Яичники также парные и расположены между подвздошными костями таза в нижней части брюшной полости. С наступлением половозрелости каждый из яичников девушки содержит около 30 тыс. яйцеклеток, из которых в течение жизни расходуется не более 400. Созревшие яйцеклетки выделяются яичниками поочередно. При созревании (*овуляции*) яйцеклетка выпадает из яичника в полость тела, а оттуда — в один из двух яйцеводов (*фаллопиевых труб*). Фаллопиевы трубы открываются в *матку* — орган, в котором созревает плод. Оплодотворение происходит в фаллопиевых трубах, причем оплодотворенная яйцеклетка сразу начинает делиться. Наружу матка открывается *влагалищем*, которое служит как приемником семенной жидкости, так и родовым каналом. Такая матка имеется у человека и обезьян и называется простой, но эта сложная простота. У слонов, кроликов, некоторых грызунов матка двойная и открывается во влагалище двумя отверстиями. У мышей, свиней, некоторых хищников обе матки открываются одним отверстием (двураздельная матка), а у большинства хищных, копытных, китов они сливаются на большом протяжении (двурогая матка).

Делящаяся яйцеклетка внедряется в слизистую оболочку стенки матки. Если оплодотворения не произошло, она дегенерирует, а слизистая матки слущивается с небольшим кровотечением. У большинства млекопитающих способность к оплодотворению возникает один, реже два раза в год. Исключения редки (у крыс, например, раз в 5 дней).

Наши предки — человекообразные обезьяны жили в условиях достаточно постоянного климата и не имели четко выраженного сезона размножения. Поэтому у женщин развивался *менструальный цикл*, длящийся 28 дней, т. е. 13 раз в год возможно зачатие. Он находится под контролем эндокринной системы.

Как и пресмыкающиеся и птицы, млекопитающие амниоты (рис. 227). Это значит, что у них имеется амнион — оболочка, под защитой которой в амниотической жидкости плавает развивающийся зародыш, и аллантоис зародышевый мочевой пузырь для сбора жидких продуктов обмена. Но у высших *плацентарных* млекопитающих стенки аллантоиса и околоплодной оболочки срастаются, образуя *хорион* с многочисленными ворсинками, про-

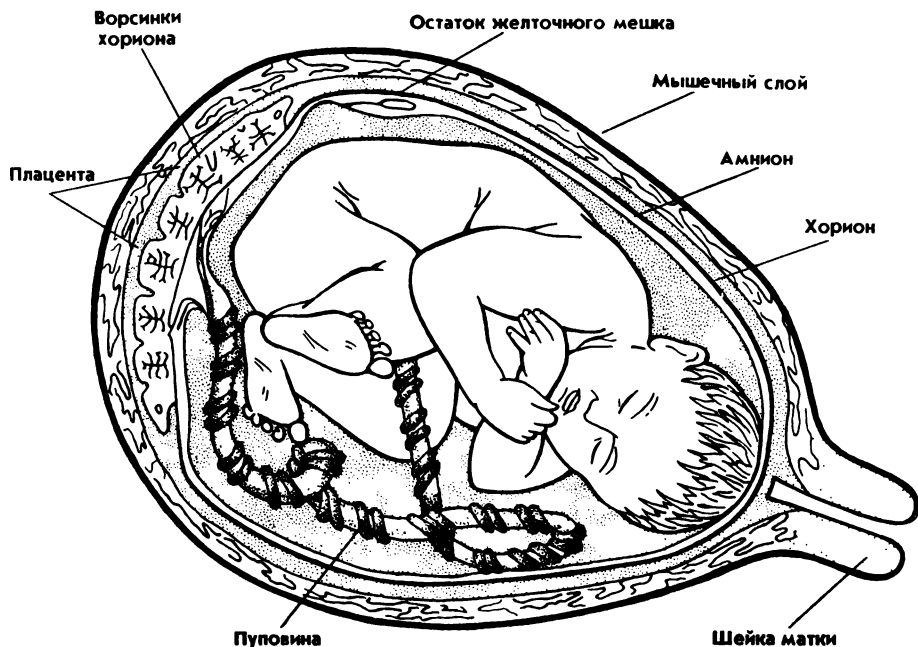


Рис. 227. Разрез матки незадолго до родов

растающими в эпителий матки. Так возникает плацента (по-греч. «лепешка»). Кровеносные сосуды матери и плода в плаценте не срастаются, но прилегают друг к другу, и развивающийся плод получает таким образом кислород и питательные вещества, отдавая углекислый газ. Плацента не только обслуживает плод, но и выделяет гормоны. При родах она отторгается (послед) массой до 400 г.

У человека желточный мешок за ненадобностью редуцируется, он уже не нужен для питания зародыша. Дальнейшее развитие приводит к тому, что стенка брюшной стороны, от которой отходили складки амниона, аллантаоиса и желточного мешка, образуют трубку — *пупочный канатик (пуповину)*, в которой проходят проток аллантаоиса и кровеносные сосуды. Длина пуповины достигает 60 см. При родах в первую очередь разрывается амнион, освобождая амниотическую жидкость. Акушеры при родах перевязывают и обрезают пуповину, чтобы новорожденный не истек кровью. Остаток ее съезживается, образуя *пупок*. У других млекопитающих пуповина быстро ссыхается и разрывается сама, без посторонней помощи.

Еще до родов под действием гормонов яичников и передней доли гипофиза увеличиваются и набухают молочные железы, так что в норме новорожденный сразу получает ценную пищу, содержащую молочный сахар (лактозу), белки и жиры.

ГЛАВА 20. МИР МЛЕКОПИТАЮЩИХ.

Класс млекопитающих. Подкласс первозверей (однопроходных). Подкласс настоящих зверей

Класс млекопитающих

ПОДКЛАСС ПЕРВОЗВЕРЕЙ (ОДНОПРОХОДНЫХ)

Напомню, что предками класса млекопитающих были древние зверозубые ящеры — пресмыкающиеся. Живое свидетельство тому — однопроходные (четыре вида), населяющие Австралию и прилежащие острова. Однопроходными их называют потому, что они сохранили клоаку — общую полость, куда впадают выводящие отверстия кишечника, мочевого пузыря и половых путей. Но клоака характерна для пресмыкающихся и птиц. Кроме того, однопроходные не рожают живых детенышей, а откладывают яйца. Воронья кость у них не прирастает к лопатке, как у человека. И температура тела невысокая и непостоянная, причем колеблется в зависимости от температуры окружающей среды (в среднем 25—30 °C). В то же время у них имеются волосной покров (или развивающиеся из него иглы) и млечные железы. Правда, у млечных желез нет сосков, это железистый участок поверхности брюшной стороны тела самки, с которой детеныш слизывает капли молока. Да и строение желез больше похоже на строение потовых желез (у всех прочих зверей они имеют гроздевидную форму, как сальные).

В семействе ехидновых два рода и три вида (рис. 228). Ехидны не превышают 80 см в длину. Тело их кроме короткой бурой шерсти покрыто острыми иглами (до 8 см). Ноги ехидны мощные, вооружены сильными когтями. С их помощью она может быстро закопаться в песок. Морда длинная, разнообразный язык достигает 25 см, им ехидна ловит муравьев, термитов и других насекомых.

Единственное яйцо в кожистой оболочке самка ехидны каким-то образом заталкивает в открывающуюся вперед на брюхе сумку. Выбравшийся из яйца детеныш сидит в сумке, пока у него не вырастут иглы, слизывая выступающие капли молока. Зубов у ехидны нет.

Еще более причудливый зверь — утконос. Это среднего размера водяной зверек (до 65 см) с хвостом, как у бобра, и утиным клювом. Между пальцами лап перепонки, на задних лапах «шпоры» с ядовитыми железами. Питается утконос мелкими водными животными, в основном насекомыми. На крутых берегах австралийских рек он роет длинные, до 6 м, норы. Самка в этой норе строит гнездо, в которое откладывает 2—4 яйца в мягкой роговидной оболочке. У детенышей есть «молочные» зубы, которые потом исчезают.

ПОДКЛАСС НАСТОЯЩИХ ЗВЕРЕЙ

ОТРЯД СУМЧАТЫХ

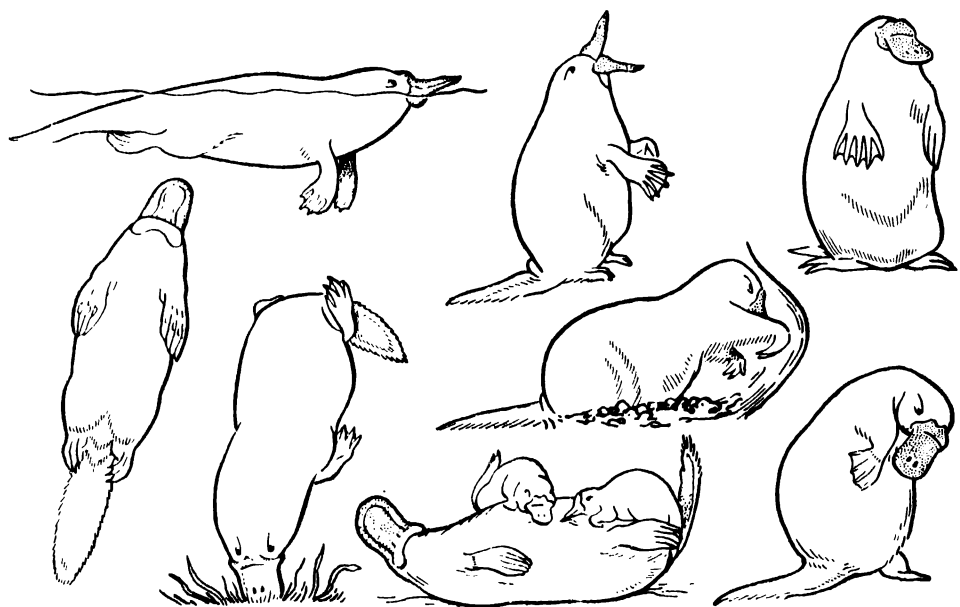
Около 250 видов сумчатых населяют Австралию, но самые примитивные живут в Южной и Центральной Америке (раньше они были распространены по всем континентам). Сумчатые рожают живых детенышей, и у млеч-



Ехидна



Утконос



Различные позы утконоса

ных желез имеются соски. Однако плацента сумчатых зачаточна, и детеныш рождается недоношенным (от 25 мм у трехметрового кенгуру до 7 мм у более мелких животных). Тем не менее он довольно подвижен, сам заползает в сумку, присасывается к соску и там завершает развитие.

Сумка оттягивает стенку брюшной полости, поэтому ее поддерживают особые сумчатые кости (они есть и у ехидны). Вообще сумка — довольно позднее приобретение. У примитивных форм она недоразвита, часто состоит из двух складок, и детеныши сначала просто висят на сосках матерей, а потом цепляются за спину. Таковы американские опоссумы, распространенные от юга Чили до Канады. Размером они от кошки до крысы, хвост часто голый и цепкий, имеют 50 зубов примитивного строения.

Близкое семейство хищных сумчатых населяет Австралию (рис. 229). Наиболее примитивны сумчатые мыши, они действительно похожи на мышей, но смелые хищники, нападающие даже на завезенных человеком крыс. Более крупные сумчатые — куницы, очень похожие на обыкновенных, и сумчатый дьявол, коренастый, похожий на медвежонка (до 50 см длиной). Уже вымер сумчатый волк (он же сумчатый тигр, зебровый волк, сумчатая гиена) — один из самых крупных (до 1,8 м) хищных сумчатых, не выдержавший соседства человека и дикой собаки динго.

Высших млекопитающих, кроме летучих мышей, попавших туда случайно и поздно грызунов и пришедшего вместе с человеком динго, в Австралии до недавнего времени не было. Поэтому сумчатые освоили «профессии» многих плацентарных зверей и стали похожими на них. Таковы сумчатый крот, сумчатый муравьед (намбат), сумчатые белки, в том числе белки-летяги с перепонкой между лапами, способные планировать на 100 м и более.

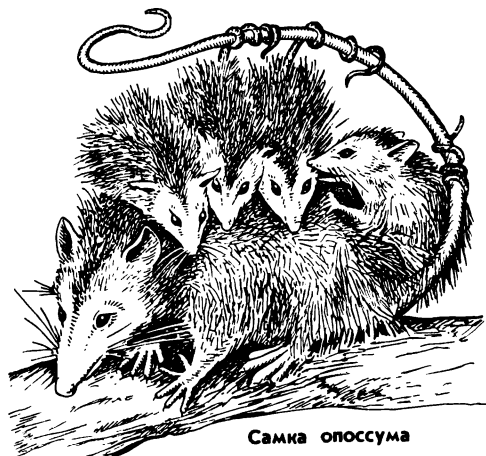
Широко известны кенгуру. Исполинские кенгуру достигают 3 м (с хвостом). Но в этом семействе есть и мелкие кенгуровые крысы, и средние, с кролика (валлаби). Удивительны коала, или сумчатые медведи, — древесные животные, похожие на оживших плюшевых мишек, питающиеся листьями эвкалиптов и роющие норы сумчатые барсуки (вомбаты). В отдельное семейство выделяют медоеда, с длинным щеткообразным языком и зачаточными зубами. Питается он нектаром и пыльцой цветов.

Наступившее около 12 тыс. лет назад пересыхание Австралийского континента истребило многих причудливых сумчатых. Тогда там обитали дипротодоны, двурезцовые сумчатые «кролики» размером с носорога, сумчатые львы размером с леопарда, кенгуру высотой 3 м, коала массой в полтонны и многие другие. В то же время в Южной Америке вымерли сумчатые саблезубые тигры — тилакосмилусы.

ПЛАЦЕНТАРНЫЕ ЗВЕРИ: ОТРЯД НЕПОЛНОЗУБЫХ

Все прочие млекопитающие имеют хорошо развитую плаценту. Самый примитивный отряд из них — неполнозубых Американского континента. У них зубов нет совсем, или же они упрощены, без эмали и корней, однородные. Воронья кость очень поздно срастается с лопаткой, полушария мозга маленькие и лишены извилин. Их всего 30 видов.

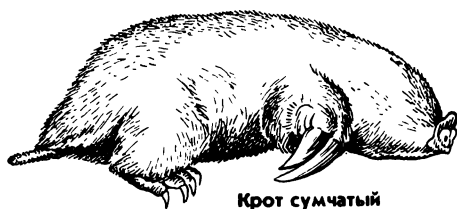
У броненосцев (достигают 150 см с хвостом) тело покрыто костным панцирем с роговым покрытием. Некоторые могут сворачиваться в неуязвимый для хищников шар, другие быстро закапываются.



Самка опоссума



Желтобрюгая
сумчатая мышь



Крот сумчатый



Куница сумчатая



Коала



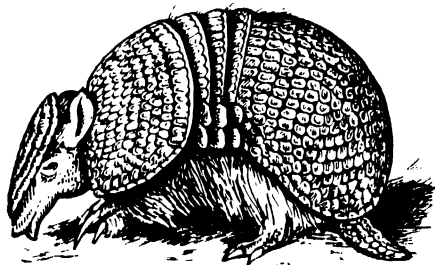
Поссум-медоед



Кенгуру серый



Ленивец



Броненосец



Муравьед

Рис. 230. Небольшие

Гигантские броненосцы — глиптодонты, с мощными шипами на конце хвоста, достигали размеров носорога. По-видимому, они были истреблены человеком.

Причудливы древесные неполнозубые — ленивцы. Это крайне малоопределяемые звери, большую часть жизни проводящие в виснувем положении спиной вниз, зацепившись за ветвь мощными когтями. В результате в их шерсти вырастают одноклеточные водоросли и даже заводится моль (точнее, бабочка-огневка). Они, конечно, растительноядны, в отличие от насекомоядных броненосцев (рис. 230)

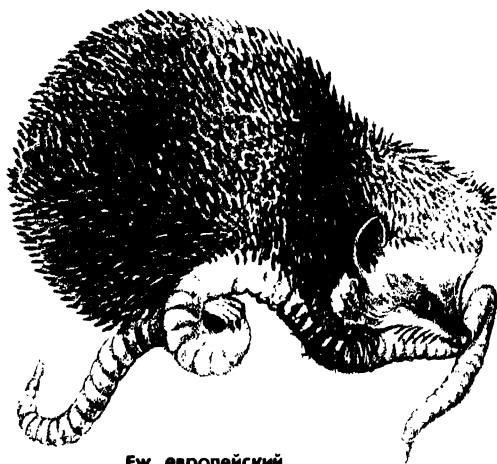
Вымершие вместе с глиптодонтами гигантские ленивцы — мегатерии доходили до Аляски. Они достигали размеров слона: питались, пригибали к себе ветви деревьев передними лапами с огромными когтями. Первые индейцы, пришедшие в Патагонию, даже содержали их в заганах и пробовали одомашнить, но потом предпочли истребить.

Муравьеды, наземные и древесные, размерами от большой собаки до белки, имеют вытянутую морду и длинный липкий язык, которым они собирают муравьев и термитов. Зубов у них нет, и пища перетирается в мускулистом желудке с ороговевшими стенками камешками-жерновами (как у птиц, вроде куриных). Детеныш долго сидит на спине матери.

ОТРЯД НАСЕКОМОЯДНЫХ

Насекомоядные — также примитивные плацентарные. Это мелкие и средние звери (от 1,5 до 2 кг), обычно с бархатистым мехом. Зубов от 26 до 44, головной мозг еще примитивен, полушария не прикрывают сверху мозжечок. Система терморегуляции у них развита недостаточно хорошо, поэтому температура тела варьирует, и на поддержание обмена идет много пищи. Поэтому насекомоядные необычайно прожорливы: мелкие, с невыгодным соотношением поверхность / объем, вынуждены съедать за сутки насекомых, червей в 5 раз больше своей массы.

Все хорошо знают ежа — небольшого (до 30 см) зверька, покрытого кроме волос колючими иглами (рис. 231). Ежи населяют Евразию и Африку. Наш европейский еж идет на восток до Томска. К югу он сменяется ушастым ежом, более мелким, со светлыми иглами. Ежи питаются насекомыми, червями, реже птенцами и даже ядовитыми змеями, на зиму впадают в спячку.



Еж европейский



Выхоль



Землеройка



Прыгунчик

Рис. 231. Насекомоядные

Гордость нашей страны — русская выхухоль — водяной зверь (до 22 см в длину) с прекрасным мехом. Она живет в бассейне Дона, среднего течения Волги и Урала, питается моллюсками, насекомыми, реже рыбой. Сейчас она сильно истреблена и становится редкостью, как и другой вид с Пиренейского полуострова. Живет выхухоль в норах у воды, из которых ее часто вытесняет завезенная из Америки ондатра.

В Европе, Азии и Северной Америке обитает около 30 видов кротов (у нас шесть видов). Наиболее известен европейский крот (до Иртыша). Крот роет ходы в почве лесов, лугов и степей и прекрасно приспособлен к подземной жизни. Лапы его превратились в когтистые лопаты, глаза маленькие и часто скрыты под кожей. Питается он в основном дождевыми червями, реже насекомыми. Как и все насекомоядные, съедает за сутки пищу в объеме не менее собственной массы, через 14—17 ч погибает от голода. Крот дает ценный мех. Единственное, что можно поставить ему в вину — порчу лугов кротовинами, кучками земли, выталкиваемыми наружу при рытье ходов.

Самые мелкие насекомоядные — землеройки. Внешне они напоминают мышей, только нос у них вытянут в подвижный хоботок. Самое мелкое млекопитающее Земли — белозубка карликовая (масса 1—1,5 г), распространенная от Северной Африки до Средней Азии. Немногом больше бурозубка крошечная (1,5—3 г). А самая крупная — африканская гигантская (длиной до 18 см и массой 100 г). Живут землеройки на всех материках, кроме Антарктиды, предпочитают леса, густые кустарники, прячутся в норах и под опавшими листьями. Несмотря на малые размеры, это активные и прожорливые хищники, съедающие за день насекомых, червей, моллюсков в 2—4 раза больше собственной массы. Иные нападают на лягушек и грызунов. У некоторых слюнные железы выделяют ядовитый секрет.

Еще более ядовитыми считаются щелезубы с островов Куба и Гаити. Это довольно крупные зверьки (массой до 1 кг). Но самые удивительные насекомоядные — африканские прыгунчики, внешне похожие на тушканчиков или крошечных кенгуру. По многим чертам строения они близки к примитивным представителям отряда приматов, куда относятся полуобезьяны, обезьяны и человек. Даже малярией прыгунчики болеют, как люди. Предлагали даже относить прыгунчиков к приматам. Как бы то ни было, от древних насекомоядных выводится линия, породившая приматов и летучих мышей.

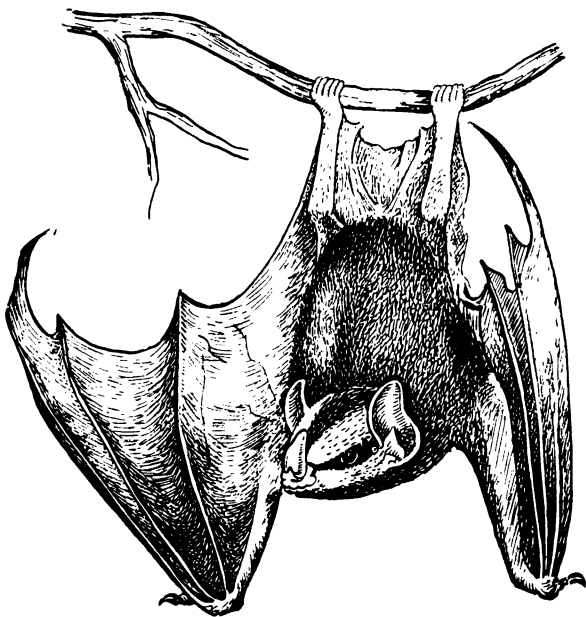
ОТРЯД РУКОКРЫЛЫХ

Рукокрылые, или летучие мыши, — единственные млекопитающие, приспособившиеся к активному машущему полету. Все прочие звери могут только планировать. Крылья их состоят из тонкой кожистой перепонки, натянутой на длинные пальцы передних конечностей, начиная от указательного. Эта же перепонка натягивается между плечом, предплечьем, боками тела и задними ногами.

На груди у рукокрылых, как у птиц, развивается киль для крепления мышц крыла. Летучие мыши — в основном сумеречные и ночные животные, вылетающие на охоту вечером. Способность рукокрылых уверенно летать в темноте, не задевая препятствия, долго была загадкой. Лишь в нашем веке установили, что у них развита эхолокация: в полете мышь издает пронзи-



Вампир



Листонос

Рис. 232. Рукокрылые

тельный писк, неслышимый для человека. Ультразвук отражается от ветвей, скал, насекомых и воспринимается чуткими органами слуха рукокрылых.

Любопытно, что люди догадались об этом механизме лишь тогда, когда сами изобрели эхолоты для измерения глубин и обнаружения подводных лодок. Ультразвук плохо отражается лишь от мягких тканей и пышных причесок, поэтому летучая мышь иногда может удариться о голову с обильной шевелюрой. Ночные бабочки-совки выработали средство защиты от рукокрылых: они покрыты густыми мягкими волосками и не отражают ультразвуковой импульс.

Днем летучие мыши отдыхают, образуя порой огромные скопления в



Крылан

пещерах, в дуплах деревьев, на чердаках и колокольнях. Отдыхают они висят вниз головой, цепляясь за потолок когтями задних ног. Зимой в умеренном климате, когда насекомые не летают, им приходится погружаться в спячку; у некоторых температура тела тогда опускается до 0—8 °С.

В отличие от плодовых насекомоядных, самки рукокрылых приносят обычно одного, реже двух крупных детенышей (до 40% от массы тела матери), которых вынашивают в полете. У двух видов второго детеныша вынашивает самец, у которого млечные железы начинают давать молоко (кормящий самец — явление у млекопитающих невероятное).

В целом представители этого отряда полезны, уничтожая массу насекомых, от moskitov и комаров до майских и июньских хрущей, летающих ночью и в сумерки. Помет рукокрылых, в большом количестве накапливающийся в пещерах, — отличное удобрение.

Выделяют подотряд крыланов — очень крупных рукокрылых, до 170 см в размахе крыльев, обитающих в тропиках и субтропиках от Африки до островов Океании (рис. 232). Крыланы растительноядны и питаются сочными плодами, причиняя иногда ущерб в садах. Их называют еще летучими лисицами. Ультразвуковые лоаторы у них не развиты.

Представители второго подотряда — собственно летучие мыши — мелкие и средние (размах крыльев 15—75 см). Способность к полету позволила им заселить всю Землю, кроме Антарктиды и Крайнего Севера. У нас обычны ночницы и кожаные. Большинство видов подотряда летучих мышей насекомоядны, но некоторые могут схватывать с поверхности воды мелкую рыбу, крупные виды не откажутся от мелких грызунов и птиц. Другие представители этого подотряда перешли на питание нектаром и пылью цветков и опыляют их (например, цветки баобаба раскрываются в сумерки, когда вылетают летучие мыши).

Виды из семейства вампировых (живут от Мексики до Аргентины) стали кровососами и сосут кровь крупных спящих зверей и людей. Их слюна содержит обезболивающие и останавливающие свертывание крови вещества, поэтому наносимые ими ранки безболезненны, но долго кровоточат. Вампиры разносят вирус бешенства.

ОТРЯД ПРМАТОВ

Приматы — линия, отходящая от древних насекомоядных и породившая человека. У всех приматов в норме пятипалые кисти хватательных конечностей, вместо когтей развиваются ногти, глаза направлены вперед (бинокулярное зрение). Различают подотряды полуобезьян и обезьян. Из полуобезьян наиболее примитивны тупайи — мелкие, похожие на белок зверьки, обитающие в лесах Южной Азии. У них на пальцах еще когти и большой палец не может противостоять другим. Зубов 38, мозг гладкий, без борозд и извилин. Иногда тупай относят к насекомоядным (рис. 233).

Но уже настоящие полуобезьяны — семейство лемуриновых, населяющих остров Мадагаскар. У лемуров большие пальцы могут противостоять другим, на всех пальцах ногти (кроме второго пальца стопы, вооруженного «туалетным» когтем-чесалкой). Мордочка лемуров лисья, удлиненная, зубов 36. Лемуры — лесные и ночные животные, питающиеся плодами, насекомыми, птичьими яйцами и птенцами. Сейчас они исчезают вместе с лесами.

Ближих к лемурам индри и руконожек, также мадагаскарских, выделяют в отдельные семейства. У индри всего 30 зубов, а у руконожек 18, причем резцы похожи на резцы грызунов. В Африке и Южной Азии обитают представители семейства лориевых (лоризиды). Образ жизни их такой же, как у лемуридов. Они похожи на миниатюрных большеглазых медвежат.

В Юго-Восточной Азии и на Филиппинах обитают долгопяты — мелкие (16 см), но с длинным (26 см) хвостом, прыгающие с ветки на ветку, с огромными глазами. Их, как и лемуридов, местные жители побаиваются (по лат. «лемур» — привидение)

У всех высших приматов из подотряда обезьян плоские ногти вместо когтей, жесткие щетинки на лице — вибриссы редуцируются, на ладонных и подошвенных поверхностях возникает система кожных гребешков для осязания («отпечатки пальцев»), на поверхности мозговых полушарий появляются извилины.

Самых примитивных обезьян объединяют в надсемейство широконосых. У них хрящевая носовая перегородка широкая и ноздри направлены вперед. Обитают они в Южной и Центральной Америке.

Атлантический океан молод; когда Американский континент еще не отошел на запад, он был узок, и примитивные обезьяны могли его пересечь на «плотах» из вынесенных реками в море деревьев. В Северной Америке их не было, в Европе и на севере Азии они вымерли.

Широконосые обезьяны обычно мелкие и средние, часто с хватательными хвостами. Наиболее примитивно семейство грунковых: у них еще когтеобразные ногти, большой палец не противопоставляется другим и полушария мозга гладкие. Зубов 32, как у человека, хвост «беличий», не хватательный.

Из других американских обезьян хорошо известны паукообразные обезьяны — коаты с длиннейшими ногами-руками и «пятой рукой» — хватательным хвостом; ревуны, устраивающие по утрам на вершинах деревьев громогласные хоры. На нижней стороне хвоста у них часто нет волос и развигивается *папиллярный узор*, как на ладонях и подошвах.

В другое надсемейство собакоподобных, или низших узконосых, объединяют обитающих в Африке мартышек, павианов, азиатских макаки и тонкотелов. Это уже узконосые, лицевой отдел черепа у них выступает вперед, хвост длинный или короткий, но никогда не бывает хватательным. Обычно есть защечные мешки и седлистые мозоли — оголенные участки кожи в области седлистых мышц. Зубов 32, верхние клыки крупные, мозг хорошо развит (массой до 150 г). Из семейства мартышковых известны макаки (север Африки и Южная Азия до Филиппин). В отличие от широконосых обезьян они не строго древесные и часто спускаются на землю. Хорошо известна макака-резус — подопытное животное медицины, а также западноафриканские мангобеи (носители вируса СПИД-2). Более крупные (до 25 кг) наземные павианы из Африки — гамадрилы, мандрилы и анубисы. По всей Африке распространен род мартышек (23 вида). В зоопарках и лабораториях чаще всего встречается зеленая мартышка. В Азии вместо мартышек распространены тонкотелы, или лангуры. Один из видов — гульман в Индии почитается священным, как воплощение царя обезьян, героя «Рамаяны» Ханумана.



Тупайя перохвостая



Долгопят



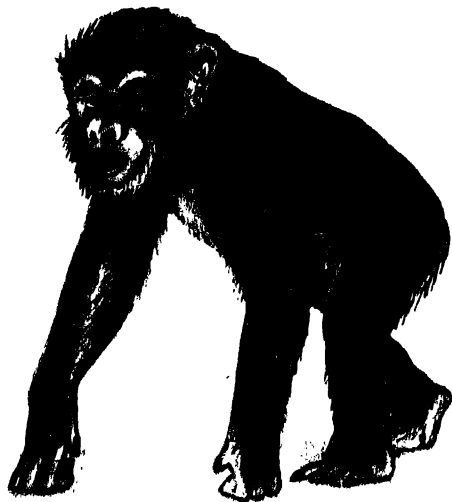
Павиан мандрил



Толстый лори



Саймири



Бонобо

Рис. 233. Приматы

В надсемейство человекоподобных объединяют семейства человекообразных обезьян и человека. У обезьян этого семейства мозг крупный (до 600 г), нет хвостов, защечных мешков и седалищных мозолей. У них те же группы крови, что и у человека, и строение, за немногими исключениями, человеческое. Строго говоря, у человека головной мозг на 500 г больше и таз с задними конечностями приспособлен к прямохождению. Других кардинальных отличий нет.

Низшие человекоподобные — г и б б о н ы из лесов Юго-Восточной Азии. Они невелики (до 8 кг), относительно недавно потеряли хвосты и еще сохранили седалищные мозоли.

Из человекоподобных наиболее далеко отстоит от человека азиатский орангутан — крупная (масса самцов до 189 кг), покрытая ярко-рыжей шерстью обезьяна. Орангутаны крайне редко спускаются на землю, живут на деревьях и питаются в основном плодами, листьями, молодыми побегами.

В Экваториальной Африке живут наиболее близкие к человеку г о р и л л а и ш и м п а н з е. Самая крупная горилла (до 250 кг) — могучая, но весьма миролюбивая обезьяна влажных тропических лесов. Гориллы — строгие вегетарианцы. В роде шимпанзе два вида: более крупный обыкновенный шимпанзе и карликовый — бонобо. Оба вида обитают в Центральной Африке. Кровь бонобо (соответствующей группы) можно переливать человеку. Вообще по составу белков горилла и шимпанзе отличаются от человека не более чем на 2%. И хотя человека выделяют в отдельное семейство людей с одним родом и единственным видом, последние данные позволяют в этом усомниться. Межсемейственные переливания крови приводят к гемолизу — распаду эритроцитов. Орангутан отстоит от шимпанзе дальше, чем человек.

ОТРЯД ГРЫЗУНОВ

Грызуны — очень разнообразные звери, составляющие не менее 40% видов всех млекопитающих (1600 видов). Размеры варьируют от 5 до 130 см. У всех грызунов нет клыков, но мощные резцы без корней, растущие всю жизнь (их приходится непрерывно стачивать). Все грызуны растительноядны, реже всеядны.

Один из самых крупных (90 см длиной и 27 кг массой) грызунов — колючий дикобраз, он распространен на юге Европы и Азии до Индокитая. Более мелкие виды населяют Африку. У дикобразов мощный защитный покров из острых и длинных, до 35 см, игл.

Загадочным казалось распространение американских дикобразов, предпочитающих жизнь на деревьях (семейство древесных дикобразовых). Оказалось, что они ближе не к африканскому и азиатскому дикобразам, а к семействам грызунов Южной Америки, предки которых переправились через Атлантику. Из них широко известна так называемая морская («заморская») свинка, которая вовсе не морская и не свинка. Этого грызуна выращивали на мясо еще древние инки. Ее родственники — мара из пампасов Патагонии (длиной до 1 м) и крупнейший в мире грызун — водосвинка, или капибара (до 1,5 м и массой 60 кг).

Из других южноамериканских грызунов известны шиншиллы — маленькие (до 38 см в длину) горные грызуны. Их мех — один из самых ценных в мире; в последнее время их стали разводить на фермах. Другой южноамериканский грызун — нутрия — одомашнен еще раньше. Как и водосвинка, нутрия на воле живет по берегам рек и прекрасно плавает.

Особняком среди грызунов стоит семейство бобровых (рис. 234). В нем два вида — европейский и американский (канадский) бобры. Ранее они населяли всю Европу, Азию и Северную Америку. Сейчас на большей части территории они истреблены из-за ценного меха. Это крупные грызуны (до 1 м и массой 30 кг). Бобры живут по берегам рек и ручьев в норах и хатках из хвороста, скрепленного илом. Они умеют поднимать уровень мелких ручьев, устраивая плотины. Свой любимый корм — ветки ивы, тополя, осины — они доставляют в норы и хатки по воде, перед этим «перепиливая» мощными резцами довольно крупные деревья.

В огромное семейство белых объединяют сурков, сусликов, бурундуков и белок. Это грызуны средние и крупные. Самые крупные — сурки (до 70 см и 9 кг массой) — норные животные степей и альпийских лугов Евразии и Северной Америки. Их сложные подземные ходы достигают свыше 50 м протяженности. Жирное мясо и мех сурков высоко ценятся, но колодни сурков могут быть резервуаром чумы.

Меньше сурков (20—28 см) суслики, также норные грызуны Евразии и Северной Америки. В Америке к ним прибавляется близкий род — луговые собачки (их крик похож на тявканье). Как и сурки, суслики могут переносить чуму и бруцеллез, многие виды — вредители полей и пастбищ.

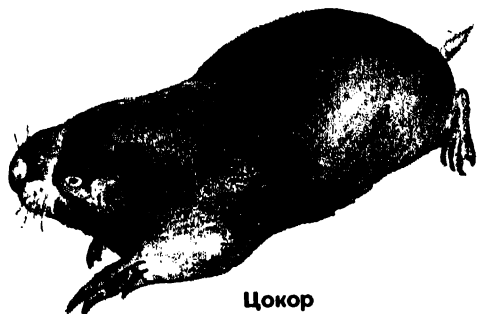
От Республики Коми до Сахалина и Японии распространен сибирский бурундук — мелкая (14—15 см, хвост 10 см) полосатая белочка, строящая гнезда в дуплах, под камнями и корнями деревьев. Ареал его почти совпадает с распространением сибирской кедровой сосны, семена которой бурундук запасает на зиму. В Северной Америке живут близкие виды.



Дикобраз



Бобр



Цокор

Рис. 234. Грызуны

Всем хорошо известная обыкновенная белка — древесный грызун в основном хвойных лесов. Ее основной корм — семена ели. Это ценный меховой зверь, особенно славится серебристо-серый мех белки-телеутки из долин Оби и Иртыша. Много белок обитает в тропических лесах Африки и Южной Азии, обитают они и по всей Америке. Из них самая крупная — индийская ратуфа (до 50 см). Некоторые виды ярко раскрашены. У представителей близкого семейства летяг развивается кожистая перепонка между передними и задними ногами. У нас, в Европе, Сибири и на Дальнем Востоке, обычна обыкновенная летяга — зверек чуть меньше белки.

В степях и пустынях Северной Африки, юга Европы и Азии, до Китая и Монголии, обитают 26 видов тушканчиков — средних и мелких грызунов, прыгающих наподобие кенгуру. Это ночные животные, проводящие день в норах.

Большое семейство мышиных объединяет разнообразных грызунов, крупных и мелких (5—48 см длины). Единственный признак, общий для большинства, — длинный, превышающий 50% длины тела хвост, покрытый роговыми чешуйками (наследие пресмыкающихся). У нас обитает самая маленькая мышь-малютка (7 см), зимующая в норках с запасом зерен, а летом строящая шарообразные гнезда из растительных волокон на стеблях трав. Крупнее ее полевая мышь, также распространенная по всей Евразии до Тихого океана. Близки друг другу лесная и желтогорлая мыши. В периоды высокой численности они могут вредить. Широко распространена домовая мышь (7—10 см), вместе с человеком заселившая весь мир. Из нее вывели лабораторных белых мышей — альбиносов.

Куда крупнее и вреднее крысы — черная (15—19 см) и вытеснившая ее повсюду, кроме южных городов, серая (пасюк). Серая крыса, строго говоря, не серая, скорее коричнево-бурая (как и у мыши, у этого вида выведены белые лабораторные расы). Это самый вредный, практически неистребимый, всеядный грызун, истребляющий массу запасов, к тому же переносящий чуму и другие болезни. Часть мышиных проникла в Австралию, образовав там новые виды и роды.

Самое большое (около 600 видов) семейство хомяковых очень разнородно. В нем выделяют три большие группы: собственно хомяков, песчанок и полевок.

Хомяков больше всего в Южной и Северной Америке, есть они и в Евразии, и на острове Мадагаскар. У нас в Европе и Сибири до Енисея обычен обыкновенный хомяк, затаскивающий в своих огромных защечных мешках в нору до 20, а то и 90 кг запасов (зерна, овощей).

Песчанки похожи на крыс и мышей, но хвост их опушен и с кисточкой на конце. Это норные грызуны Африки и Южной Азии. В Средней Азии живет большая песчанка. Это один из вреднейших грызунов, он портит своими норами поля, пастбища, берега каналов, объедает овец, а к тому же переносит чуму и лейшманию (пендинскую язву).

У полевок, также «мышекрысинаго» вида, голова обычно закругленная, а не заостренная. Из них самая крупная — ондатра (36 см, масса до 1 кг) — водный зверек, строящий норы и хатки, похожие на бобровые. Ради хорошего меха ее завезли из Северной Америки к нам, и она широко расселилась в Европе, Средней Азии и Сибири. Меньше ее (15—20 см) и хуже по качеству меха также широко распространенная водяная полевка («водяная крыса»). Другие полевки — эконома, обыкновенная — вредят полям.

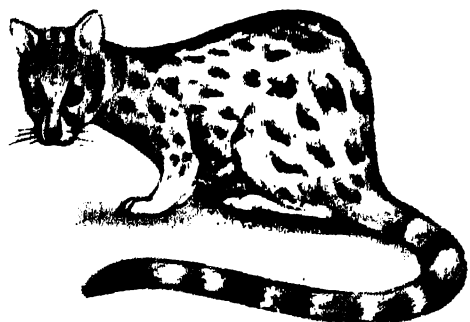
Короткохвостые северные полевки — лемминги обитают в тундрах и лесотундрах, реже в лесах. Из всех грызунов они дальше всех проникли в Арктику.

Некоторые хомяковые перешли от норного образа жизни к полностью подземному, как кроты. Соответственно у них очень маленькие, порой скрытые под кожей глаза. Но роют они обычно свои ходы не лапами, как крот, а могучими резцами и питаются подземными частями растений. Таковы слепушонки и цокоры, южноазиатские бамбуковые крысы и выделяемые в отдельное семейство слепыши. В основном это жители степей и пустынь.

ОТРЯД ХИЩНЫХ

Более 240 видов хищных, от крошечной ласки до весящего тонну белого медведя, объединяет близкое строение зубной системы. Резцы у них слабые, и имеются хищнические зубы — последний верхний предкоренной и первый нижний коренной, вместе образующие лезвия «ножниц» для разрезания мяса. В них выделяют две ветви — два подотряда. В первый входят собаки и медведи. Семейство собачьих — средние по размеру длиннохвостые хищники. Зубов обычно 42, клыки хорошо развиты.

Всем известный волк, ранее распространенный от Испании до Северной Америки, один из самых крупных (до 160 см и 50 кг массой). Волчьи стаи раньше преследовали диких и домашних копытных, от лосей и северных оленей на севере до антилоп в Индии. Сейчас опасность и вред от волков сильно преувеличены. У нас они включены в Красную книгу



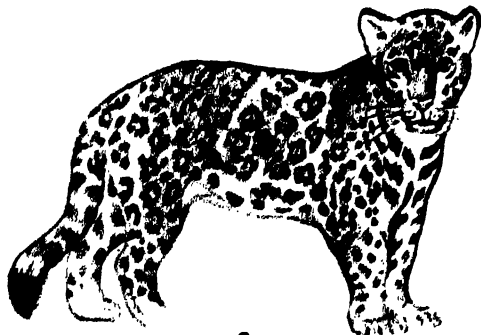
Генета



Соболь



Большая панда



Ягуар

Рис. 235. Хищники

Пожалуй, самый вред наносят появившиеся теперь волкособаки (гибриды с одичавшими собаками). Волк считается практически единственным предком всех пород домашней собаки — нашего самого старого, пришедшего к человеку еще в каменном веке друга.

От Центральной Африки и Юго-Восточной Европы до Индостана распространен более мелкий шакал. В отличие от волка это не стайный, а одиночный зверь. Считают, что шакачья кровь имеется в ряде пород домашних собак. В Северной Америке он заменяется койотом, или луговым волком. В Африке есть еще три вида шакалов (рис. 235).

Еще одна дикая собака — динго населяет Австралию. Скорее всего это одичавшая порода, пришедшая на континент сумчатых с первыми поселенцами.

Род лисиц объединяет 11 видов. Обыкновенная рыжая лисица населяет Северную Африку, Евразию и Северную Америку. Это ценный пушной зверь. Южнее, в степях и пустынях, обитает мелкая тускло окрашенная лисичка — корсак.

Высоко ценится мех песца, или полярной лисицы, распространенного во всех странах вокруг Арктического бассейна. Песец меньше лисы и у него маленькие ушки (напомню, что у млекопитающих ушные раковины — радиаторы, отводящие лишнее тепло). Это становится ясным, стоит только взглянуть на крошечную (40 см в длину) лисичку — фенека, распространенного

в пустыне Сахаре и в Аравии. Наряду с большеухой лисой из Южной Африки фенеки самые «большеухие» лисы.

Из других южных собачьих надо упомянуть красного волка (у нас он крайне редко встречается на Дальнем Востоке), гиеновую собаку, заменяющую волка в Экваториальной Африке, и енотовидную собаку, завезенную с Дальнего Востока в европейскую часть России, а потом расселившуюся по всей Европе.

Сродни собачьим, хотя и не очень на них похожи, представители семейства м е д в е ж ь и х. Медведи — самые крупные современные хищники. Они ходят, опираясь на всю стопу, хвосты короткие. Как волк и лиса, всем с детства известен бурый медведь, распространенный в Европе, Северной Африке, Северной Азии и Америке. Крупный американский подвид называют серым медведем — гризли. Бурый медведь скорее всеядный зверь, чем хищник, опасен только шатун — поднятый зимой из берлоги, когда в лесу нет растительного корма.

В Восточной Азии (у нас в Приморье) обычен гималайский медведь с белым «галстуком» на груди. Он мельче бурого и зимние берлоги часто устраивает в дуплах, питается кедровыми орехами и желудями. В Северной Америке его замещает черный медведь.

Белый медведь — обитатель льдов Арктики, лишь изредка заходящий в тундру, наоборот, хищник, питающийся в основном тюленями. Крупные самцы достигают 3 м в длину и массы до 1000 кг. (В зоопарках получены гибриды белого медведя с буром.)

В тропических лесах Юго-Восточной Азии и в Южной Америке есть свои виды медведей. Но, пожалуй, самый удивительный — бамбуковый медведь (большая панда) горных лесов Южного Китая, бело-черный, питающийся в основном молодыми побегами бамбука. Раньше его сближали с енотами. Но по строению генетического аппарата большая панда ближе к медведям.

Бамбуковый медведь — как бы переходное звено к другому семейству — е н о т о в ы х. Это семейство обитает в основном в Америке. В него входят средних размеров звери, нередко лазающие по деревьям, порой с хватательным хвостом. К нам как пушного зверя завезли из США енота-полоскуна.

В семействе к у н ь и х — самые ценные хищные звери, дающие наилучший мех: куница, соболь, хорек, норка, горноста́й, выдра. Это звери средние или мелкие (от 15 до 150 см). Для большинства куньих характерны анальные железы, выделяющие зловонную жидкость, запах которой маркирует границы участка или отпугивает врагов.

Самый мелкий вид — ласка, обитающая по всей Евразии, Северной Африке и Америке, летом буро-желтая, зимой белая. Ласка — активный хищник, истребляющий массу мышевидных грызунов. Крупнее ее (16—38 см) и с черным кончиком хвоста — горноста́й, распространенный также широко.

Очень любят воду н о р к и — американская и европейская. Их основная добыча — лягушки, рыбы, водные грызуны. Американская норка завезена к нам и широко расселилась до Камчатки и Курильских островов. На фермах получены ценные ее породы: черная, белая, сапфировая, голубая. Еще более любят воду в ы д р ы: у них хвост непущистый, плавательный и между пальцами лап появляются перепонки. Выдра обыкновенная населяет всю Евразию и Северную Африку, в Америке и Африке есть и другие виды (самая

крупная — гигантская выдра Южной Америки, до 150 см без хвоста). А наиболее приспособлена к водному образу жизни морская выдра калан. У калана задние лапы обращены в ласты, а передние хватательные, хотя и беспалые. Черно-бурый с сединой мех калана чрезвычайно высоко ценится. Сохранился этот вид в незначительном количестве лишь у берегов Камчатки, Курильских, Командорских и Алеутских островов, до Калифорнии.

Каланы обитают в прибрежных морских водах умеренных широт, там, где есть заросли бурых водорослей — ламинарий. Их любимая пища — крабы, ракушки и особенно морские ежи. Плавая на поверхности моря кверху брюхом, калан разбивает панцирь своей добычи ударами о камень, зажатый в складке кожи на груди.

В наших широтах хорошо знают хорьков — лесного и степного и куниц — каменную и лесную. В Америке обитают близкие виды. Это все ценные звери, но наиболее прославлен соболь, ранее распространенный от Тихого океана до верхней Печоры. Соболь — житель кедровой тайги, основной его корм, кроме мышевидных грызунов и бурундуков, — кедровые орешки.

На юге, в тропиках Африки, Южной Азии и Америки, свои виды куниц, но мех их далеко не такой ценный, как у соболя. Примером может быть доходящая до Приморья харза — огромная (до 80 см) куница с блестящим, ярким, но щетинистым и грубым мехом.

Особняком стоят североамериканские скунсы — также ценные звери, отпугивающие врагов зловонным запахом выделений анальных желез, выстреливаемых на несколько метров.

Своеобразна также крупная (до 100 см) нескладная росомаха — обитатель тайги и тундры Евразии и Северной Америки. Это опасный хищник, справляющийся с северным оленем (хотя предпочитает падаль).

По размерам росомаха не уступает барсуку, населяющий всю Европу и Южную и Среднюю Сибирь, до Тихого океана. Это строитель глубоких, сложных нор. Барсук всеяден, мех его не очень ценится, но жир считается целебным. В Америке и Южной Азии есть и другие виды барсуков.

В основании другой ветви хищных — семейство виверровых. Это мелкие и средней величины звери, с длинным, вытянутым туловищем и длинным хвостом. У многих видов анальные железы выделяют секрет с сильным запахом (мускус), используемый в парфюмерии и медицине прежних времен. Виверровые — жители тропиков и субтропиков Африки и Азии, лишь 2 вида из 70 живут в Южной Европе. В нашей фауне их нет. Пожалуй, самый известный зверь из виверровых — индийский мангуст. Мангуст может справиться с ядовитой змеей, но предпочитает все-таки грызунов, мелких птиц и их яйца. Самая крупная виверра — мадагаскарская фосса (до 100 см без хвоста), охотящаяся на птиц и лемуру.

От предков, близких к виверровым, выводят семейство гиеновых. Гиены — крупные, размером с большую собаку звери. У них большая голова, высокая холка и сильно опущенный зад, ноги слабые, четырехпалые. Но челюсти гиен чрезвычайно сильные, они дробят самые крупные кости и панцири черепах. Гиены — трупоеды, на живых они нападают редко. В Африке, Передней и Средней Азии обитает полосатая гиена. В Африке есть и другие виды: земляной волк, бурая и пятнистая гиены.

Наиболее специализированные хищники — семейство кошачьих. У них втяжные когти, длинные клыки, как правило, это хищники-засадчики.

В род кошек входят многочисленные мелкие, средние и крупные хищники. Мелкие — это дикие лесные и степные кошки Евразии, пушистый манул азиатских степей и др. Наша домашняя кошка происходит от африканской буланой, одомашненной в Древнем Египте.

Средние кошки (75—105 см без хвоста) — это рыси, обычно с кисточками на ушах (и бакенбардами), высоконогие и как бы с обрубленным концом хвоста. Таковы камышовый кот-хаус (распространен от Закавказья до Индокитая), пустынная рысь Туркменистана и Индии — каракал и лесная, или обыкновенная, рысь Евразии и Северной Америки. Крупная кошка — пума живет от Канады до Патагонии (длина без хвоста до 197 см).

В род пантер входят крупные кошки — львы, ранее обитавшие по всей Европе, а теперь лишь в Африке и индийском штате Гуджарат.

Остатки львов под названием пещерного льва описаны из Сибири и Северной Америки. Лев — единственная кошка с половым диморфизмом (самка лишена гривы) и единственная, способная к коллективной охоте. Группа в 7—10 львов (прайд) охотится вместе: одни члены прайда гонят добычу (антилоп, зебр) к затаившимся в засаде другим.

Близкий родственник льва — тигр. Это зверь Азии. Самые крупные (до 317 см в длину и 272 кг) обитают у нас на Дальнем Востоке. Ныне они занесены в Красную книгу.

Мельче льва и тигра — леопард (у нас барс). Леопарды обитают в Африке и Южной Азии, доходя до Закавказья и Приморья. Черные формы (меланисты) называются черными пантерами. В Центральной и Южной Америке леопарда заменяет ягуар, а на высокогорьях Средней и Центральной Азии — ирбис, или снежный барс.

Самая удивительная из крупных кошек — гепард, или чита. Гепард длинноногий, когти у него невяжущие, и добычу свою, мелких антилоп, он догоняет, развивая огромную скорость, на коротких дистанциях до 110 км/ч. Гепардов держали для конной охоты еще в Киевской Руси. Сейчас они сохранились лишь в Африке. Последние гепарды в Туркмении были убиты 20 лет назад.

ОТРЯДЫ ЛАСТОНОГИХ И ЯЩЕРОВ

Ластоногих (около 30 видов) ранее объединяли с хищными. Это и есть хищники, приспособившиеся к жизни в воде лучше, чем калан. Различают настоящих тюленей, ушастых тюленей и моржей, причем ушастых и моржей выводят от предков, близких к медведям, а настоящих — от древних кунцеобразных.

Конечности ластоногих превратились в ласты, зубы упрощены, добычу они ими схватывают, а не пережевывают. Плавают они прекрасно, ныряют на 100 и даже 500 м, проводя под водой до 28 мин. Долго задерживать дыхание им позволяет высокая концентрация гемоглобина в крови и миоглобина в мышцах (мясо тюленя почти черное). Но детенышей они рождают на берегу или на плавучих льдах, и новорожденные несколько недель не умеют плавать.

В семейство ушастых тюленей входят морские котики и морские львы (рис. 236). У них есть ушные раковины, и они при ходьбе на суше могут опираться на задние ласты. Самцы крупнее самок; в сезон размножения образуют на берегах большие лежбища.



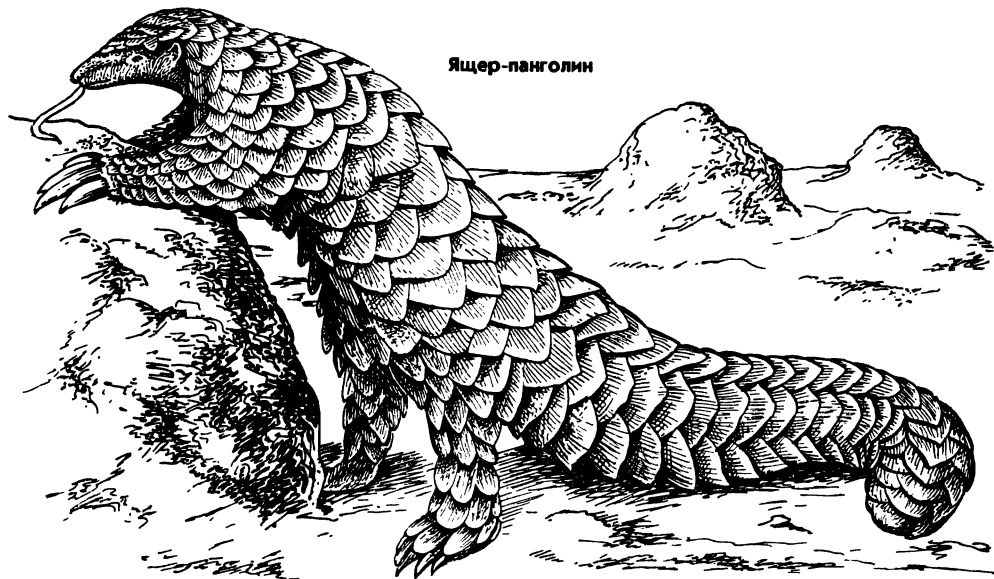
“Походка” настоящего (слева) и ушастого тюленей



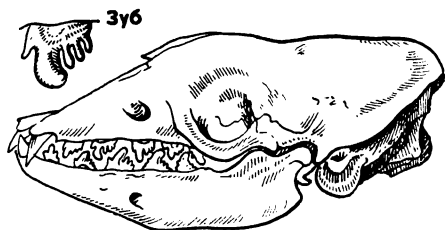
Заяц морской



Нерпа кольчатая



Ящер-панголин



Череп тюленя-крабоеда

Рис. 236. Ластоногие и ящеры

В северной части Тихого океана распространен северный морской котик, высоко ценимый за мех. У нас котики лежбища сохранились на Командорских островах, острове Тюленьем и некоторых островах Курильской гряды. Котик — самый мелкий представитель ушастых тюленей (крупные самцы-секачи до 2 м, самки 135, реже 150 см). В Южном полушарии обитает другой вид. По американскому берегу обитает также более крупный вид — морской лев. У нас по азиатскому берегу Тихого океана от Берингова пролива до Кореи и до Мексики обычен сивуч (самцы до 325 см, самки на 1 м меньше). Лежбища сивучей обычно на скалистых островах, мысах, а то и рифах.

В семействе моржей один род и один вид (самцы до 450 см, самки до 365 см). Наружных ушных раковин у моржей нет. Их особенность — огромные клыки верхней челюсти, с помощью которых моржи «выпахивают» из ила свою любимую пищу — ракушек.

Раньше лежбища можно было встретить на берегах и плавучих льдах у Норвегии и в Белом море. Теперь они везде единичны; крупные скопления сохранились лишь у берегов Чукотки и острова Врангеля. Истреблены моржи из-за клыков; местные жители использовали также мясо, жир и шкуру.

У представителей настоящих тюленей ушных раковин также нет. Задние лапы у них не сгибаются и при ходьбе служить не могут, мех без подпуши, густым и мягким он бывает только у новорожденных. Их около 20 видов, большинство обитает в холодных и умеренных морях обоих полушарий. Некоторые проникли в крупные озера — Байкал, Каспий, Ладогу.

Когда-то тюлени были распространены южнее. Хитроумный Одиссей видел их у побережья Египта. Теперь этот вид (тюлень-монах) в Средиземном и Черном морях единичен. Берега этих морей чересчур заселены, и нет ни одного места, где можно устроить безопасное лежбище и родить детенышей. Даже в наших северных и дальневосточных морях ряд видов и подвидов уже включены в Красную книгу.

Некоторые виды: морской заяц (лахтак), кольчатая нерпа, гренландский тюлень, крылатка — до сих пор промысляются ради шкуры и подкожного жира. Ряд видов (например, криофилы) рожают детей на льдинах. Даже если море открыто сплошным слоем льда, тюлени (нерпы) дышат, устраивая во льду отверстия-продушины, прогрызая их зубами и проталкивая дыханием.

Среди тюленей в Южном полушарии самый большой южный морской слон. Самцы этого вида достигают 5,5 м длины, массой до 2,5 т и имеют на верхней стороне морды кожистый мешок (хобот), раздувающийся при возбуждении. Своеобразен тюлень-крабод (вернее сказать, крилеод). У него зубы с выростами, образующими сито, через которое он отцеживает криль (рачков-эвфаузиид). А тюлень морской леопард (до 3,6 м, самки крупнее самцов) — хищник, хватающий кроме рыбы и кальмаров пингвинов и тюленей других видов.

Семь видов удивительных млекопитающих, населяющих Африку и Южную Азию, выделяют в особый отряд ящеров, или панголинов. У них волосами покрыта только нижняя сторона тела и лап. Спина и верхняя часть хвоста покрыты роговыми чешуями и напоминают еловую шишку (особенно когда ящер сворачивается в шар).

У панголинов вытянутая морда, зубов нет, а язык длинный, до 40 см

(при общей длине тела до 80 см без хвоста), и липкий. Питаются они термитами и муравьями, разрывая гнезда насекомых сильными когтистыми лапами. Раньше ящеров считали неполнозубыми. Действительно, они очень похожи на муравьедов. Но сходство чисто внешнее: строение ряда белков у панголинов очень близко к строению таких же белков у хищных. По-видимому, этот маленький отряд происходит от примитивных хищных млекопитающих.

ОТРЯД КИТООБРАЗНЫХ

Ластоногие, хотя и могут неделями, а то и месяцами, как морские котики, плавать в море, размножаться идут все-таки на сушу. Китообразные окончательно порвали с берегом и рожают детенышей в воде, встреча с берегом для них равносильна гибели. Тело у них вторично приобрело рыбообразную форму, исчезли шерстный покров, ушные раковины, задние ноги. Передние ноги превратились в плавники-рули, развились спинной плавник-стабилизатор и хвостовой плавник из горизонтальных лопастей. Потовые и сальные железы исчезли. От переохладения в воде тело защищает толстый слой подкожного жира.

Ноздри китов смещаются на темя. Выдыхать кит начинает, еще не успев как следует вынырнуть: вылетающие брызги вместе с паром от дыхания образуют так называемый китовый фонтан.

Некоторые виды проводят под водой до 1,5 ч. Видят они относительно неплохо, слух развит еще лучше. Многие виды не только способны к эхолокации посредством ультразвука, но и общаются между собой разнообразными ультразвуковыми импульсами.

Китовый промысел, дававший жир, мясо, кормовую муку, раньше был важной отраслью промышленности многих стран. В результате численность китов резко сократилась и их промысел запретили.

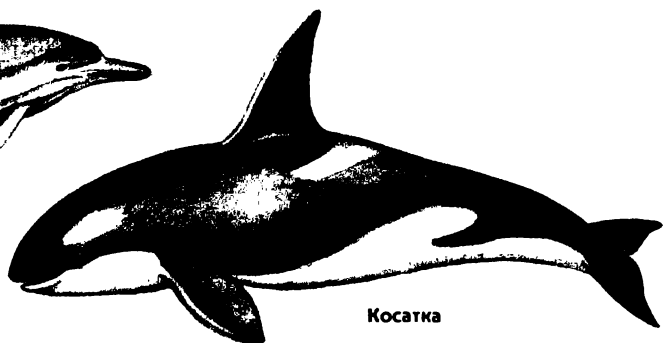
Различают подотряды усатых и зубатых китов (рис. 237). У усатых зубов нет, они рассасываются еще у зародыша, и вместо них в верхней челюсти развиваются ряды треугольных размочаленных по краю роговых пластин — китового уса. Кит, набрав в ротовую полость воду с мелкими ракообразными или мелкой рыбой, поднимает к небу огромный (до 3 т) язык и процеживает через ус воду, заглатывая оставшуюся на языке массу.

Гладкие киты — самые жирные и тихходные — были выбиты первыми. Остались единичные особи гренландских китов (15—18 м, массой до 150 т) в северных водах Атлантики и Тихого океана и южных, идущих до Антарктики.

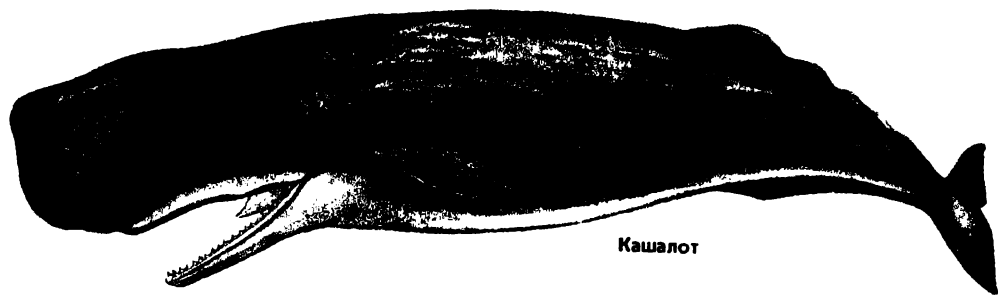
У семейства полосатиков на брюхе параллельные складки, выглядящие как полосы. Опасность для них возникла, лишь когда возникли китобойцы с гарпунными пушками. К этому семейству принадлежал синий кит — самое большое когда-либо существовавшее на Земле животное (рекорд — 33 м длины, массой 150 т). Меньше его финвал, сейвал и малый полосатик (соответственно 27, 19 и 10 м). Полосатики распространены все-светно, но в теплых водах живет лишь один вид — кит Брайда (до 15 м). До 18 м дорастает второй род полосатиков — горбатый кит, или горбач. В семействе серых китов один вид — серый кит северной части Тихого океана. В Атлантике он уже выбит, хотя на памяти человека встречался в Балтий-



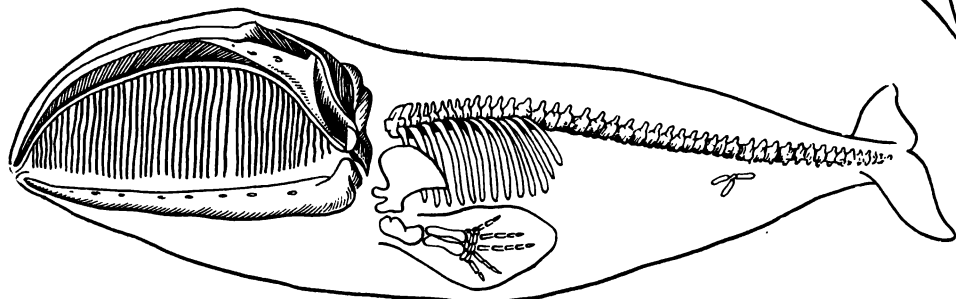
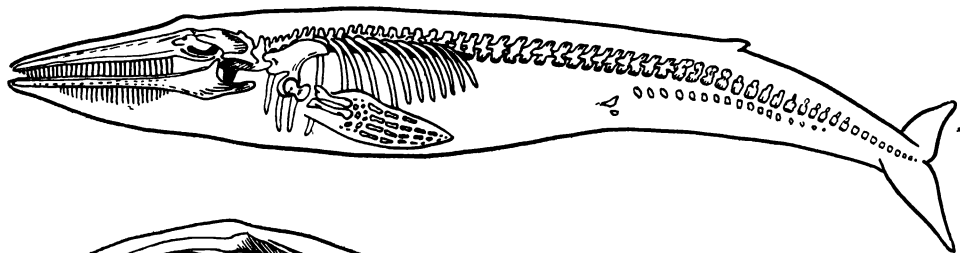
Дельфин-белобочка



Косатка



Кашалот



Скелеты китов синего (вверху) и гренландского

ском море. Серые киты — прибрежные, кормятся на мелководьях, процеживая ракообразных от ила через короткий, грубый ус.

У зубатых китов сохранились простые одновершинные зубы. Ноздря одна (у усатых их две и фонтан двойной). Второй носовой проход приспособлен для эхолокации.

Самое примитивное семейство зубатых — речные дельфины из тропических рек и озер: Ганга, Инда, Амазонки, Ориноко, Ла-Платы и китайского озера Дунтинху. Шейные позвонки у них подвижные, рыло узкое, вытянутое. Зрение плохое, некоторые ослепли совсем (в мутной речной воде эхолокация предпочтительнее глаз).

Самый крупный зубатый кит — кашалот (самцы до 20 м, самки до 15 м; у усатых китов, наоборот, самки крупнее самцов). У него огромная (25—30% всей длины тела) голова, в передней части которой расположена жировая подушка, заполненная «кашалотовым воском» — спермацетом. Зубы только в нижней челюсти. Основной корм кашалотов — кальмары, в том числе гигантские. Кроме спермацета и жира кашалот давал ценное вещество амбру — фиксатор запахов, используемый в парфюмерии. Амбра образуется в прямой кишке кашалота кусками до 420 кг. Кашалот с тремя близкими карликовыми видами образует отдельное семейство.

По образу жизни к нему близко семейство к л ю в о р ы л ы х: плавуны, бутылконосы, кловорылы и ремнезубы. Они редко достигают 10—12 м длины.

Широко известны д е л ь ф и н ы. Это мелкие (1—10 м), очень быстрые, часто стадные обитатели моря. Наиболее известна афалина — одно из самых умных, почти разумных животных. Афалины сопровождают суда, спасают утопающих, прекрасно дрессируются, имеют сложную систему ультразвуковых сигналов. Дельфин созревает в 5—6 лет, а живет до 30—40 лет и более. В стаде афалин могут быть особи многих поколений. Дельфин, кажется, единственное млекопитающее, которое может знать не только свою мать и бабу, но прабабу и прапрабабу и т. д.

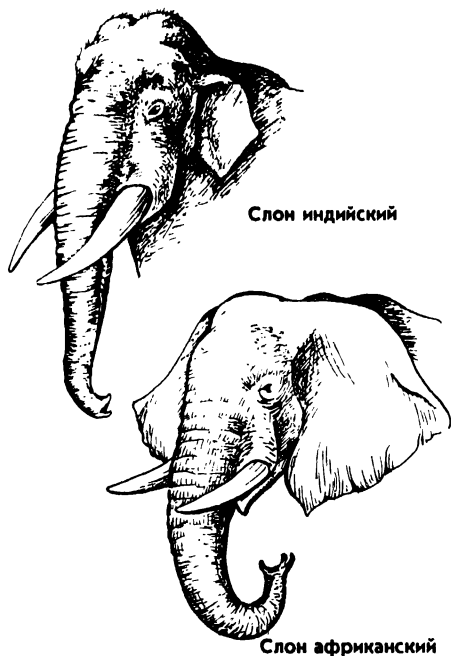
Кроме афалины, известно еще около 50 видов. Это процветающая группа. Из них примечателен крупный (самцы до 10 м) хищный дельфин-косатка, с огромным (до 170 см высотой) плавником. Распространенные во всех морях от Арктики до Антарктики косатки, питаются в основном рыбой и кальмарами, нападают на тюленей и морских котиков, других дельфинов и даже крупных китов.

Белуха (до 6 м) — снежно-белый дельфин, из морей Арктики может подниматься высоко по сибирским рекам, заходить в Амур. Самый удивительный из дельфинов — нарвал, или единорог, с длинным, торчащим на 2—3 м бивнем со спиральной нарезкой на поверхности, предпочитает высокие широты. Питается глубоководной рыбой, ныряя за ней до 500 м. Живут нарвалы в разводях между льдов. Бивень нарвала — его левый клык, правый остается рудиментарным.

ОТЯРДЫ ХОБОТНЫХ, ДОМАНОВ, СИРЕН, ТРУБКОЗУБОВ

Эта ветвь объединяет отряды, несомненно, родственные друг другу по многим деталям анатомии, но внешне не похожие (рис. 238).

Отряд х о б о т н ы х, или с л о н о в, — самые крупные наземные животные. У них верхняя губа срастается с носом, образуя хобот — подвижный мус-



Слон индийский

Слон африканский



Даман древесный



Трубкозуб африканский



Лягушник амазонский

Рис. 238. Родственные отряды: хоботные, доманы, сирены, трубкозуб

кулистый орган. Слон пьет, набирая в хобот воду и затем отправляя в рот, рвет концом хобота ветви и траву и может нанести им смертельный удар врагу. У слонов нет клыков и только пара резцов в верхней челюсти, превращающихся в бивни. За ними в каждой челюсти лишь две пары передкоренных и одна — коренных зубов, работающих как жернова, перетирающих грубый растительный корм. Единоновременно работают лишь четыре зуба, сменяясь по мере истирания. Слон меняет зубы 6 раз.

Африканский слон достигает в высоту 4 м и 7,5 т массы. Бивни африканского слона достигают 3—3,5 м (рекорд 4,1 м и 225 кг массы). Огромная ценность слоновой кости привела к тому, что слонов в Африке почти истребили. Слон достигает половозрелости лишь в 12—20 лет, а живет не более 70, причем самки приносят детенышей лишь раз в 4 года. Сейчас слоны живут только в заповедниках, обычно стадами в 10—12 особей, возглавляемые старыми, опытными слонами.

Недавно установлено, что слоны могут переговариваться друг с другом неслышимыми для человека инфразвуками: язык их почти не расшифрован.

В Юго-Восточной Азии обитает индийский слон (3 м в плечах и до 5 т), бивни есть только у самцов и меньше, чем у африканского слона (редко 1,5 м в длину). У него более покатая спина и небольшие уши. В отличие от африканского слона индийский легко приручается, но размножается в неволе редко. Их приходится ловить в лесах, но диких индийских слонов осталось еще меньше, чем африканских.

ОТРЯД СИРЕН, ИЛИ МОРСКИХ КОРОВ

Раньше маленький (четыре современных вида) отряд сирен называли «травоядными китами». У сирен, как и у китов, передние лапы стали плавниками, а задние исчезли вместе с тазом. Но больше у них сходства с хоботными: коренные зубы сменяются всю жизнь, на ластах имеются плоские копытца, у одного вида (дюгоня) развиваются бивнеподобные резцы, у самок, как у слонов, грудные млечные железы.

Последний признак довольно редок: млечные железы на груди имеются, кроме слонов, у летучих мышей и приматов. Самка сирены, вскармливая детеныша, держит его у груди передними ластами, высунувшись из воды, и издалека может быть принята за кормящую женщину. Отсюда и название — сирены (морские русалки). Сиренам не повезло — большая часть их истреблена человеком за мясо, по вкусу не отличное от говядины.

Два вида сирен — ламантинов живут по американскому и африканскому берегу Атлантики, третий вселился в реку Амазонку. В тропиках Тихого и Индийского океанов, до Красного моря, живет дюгонь (3—5 м). Все они обитают на мелководьях (до 20 м глубины) и питаются водорослями и морской травой. Последний вид — морская, или стеллерова, корова была открыта в 1741 г. на Командорских островах натуралистом экспедиции командора Беринга Г. Стеллером. Она была самой крупной (7,5 м) сиреной и совсем не боялась человека. Последняя корова была убита в 1768 г. на острове Беринга. Мы потеряли вид, который мог стать первым домашним морским животным.

Если вам покажут зверька, похожего на короткоухого кролика, и скажут, что это родственник слонов и морских коров, вы сочтете это шуткой. Тем не менее это так. Даман выделяемые в отдельный отряд, многими деталями анатомии схожи с хоботными и ведут происхождение от общих предков. Но больше они похожи внешне на крупных (30—60 см) бесхвостых грызунов. Около десяти видов даманов населяют скалы и леса Африки и Аравии. Их пальцы снабжены крошечными копытцами. Подошвы с присосками и выделяют липкий секрет, так что даман может бегать по стволу дерева или вертикальной скале даже вниз головой.

В отряде трубкозубов один род и единственный вид — африканский грубкозуб, населяющий всю Африку к югу от Сахары (достигает 100—160 см без хвоста).

Это странный зверь: его сравнивают со свиньей с длинным хвостом и ослиными ушами. Морда у него вытянутая, но со свиным «пяточком», в каждой половине челюсти только предкоренные и коренные зубы без эмали и корней, резцов и клыков нет. Язык длинный и липкий, высовывается на 30 см. Им трубокзуб ловит муравьев и термитов. Мощные лапы с сильными копытообразными когтями легко взламывают любой термитник, ими же трубокзуб роет норы, где осаживается в светлое время дня. Этих зверей раньше считали неполнозубыми, но по ряду белков и теплов они ближе к хоботным. Похоже, каждая ветвь мышепитающих дала своего представителя, специализировавшегося на общественных насекомых: однопроходные — сумчатые сумчатого муравьеда, неполнозубые — муравьеда, предки липких панголина.

ОТРЯД ЗАЙЦЕОБРАЗНЫХ

Зайцеобразных раньше считали грызунами. Но у зайцев, кроликов, пищух в верхней челюсти две пары резцов, а не одна, как у грызунов. Совсем по-другому устроено нёбо (рис. 239). Но самое главное — строение кишечника. Бактерии-симбионты в слепой кишке зайцеобразных расщепляют и усваивают целлюлозу. Но тот же заяц не может переварить этих бактерий: в кишечнике нет соответствующих ферментов, поэтому он проглатывает свой кал и таким образом переваривает пищу дважды. Поедание кала (*копрофагия*) и вторичное переваривание — характерный признак отряда.

У нас повсеместно распространены два вида зайцев — крупный заяц-русак (до 70 см, массой до 7 кг) и более мелкий, белеющий на зиму беляк.

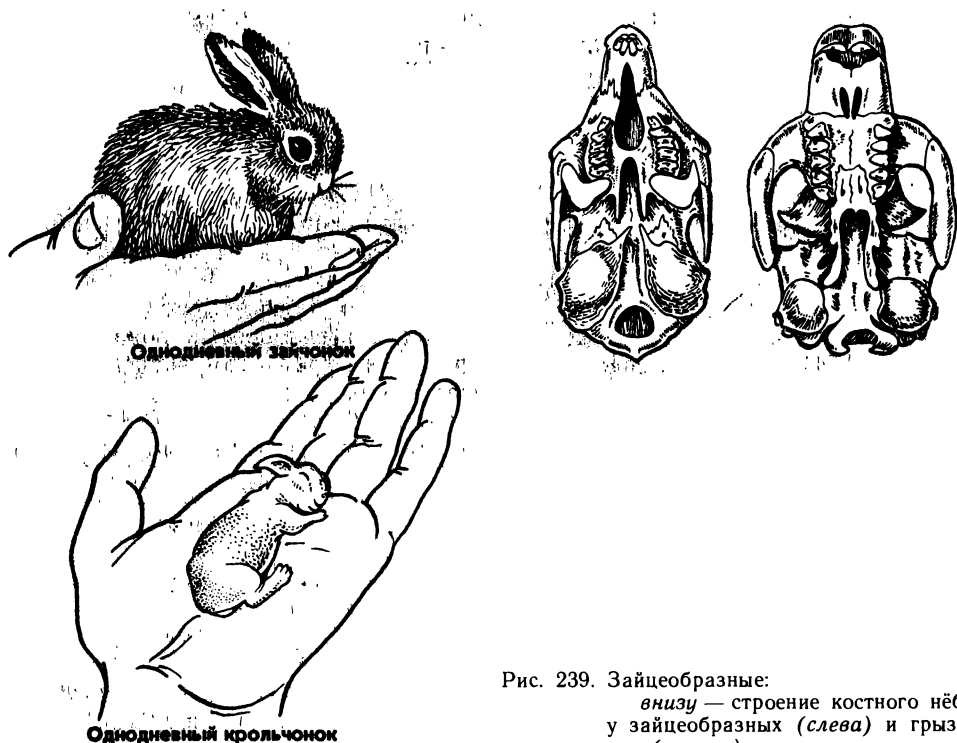


Рис. 239. Зайцеобразные:
внизу — строение костного нёба
у зайцеобразных (слева) и грызунов (справа)

Беляки — более северные зайцы, обычны в тундре и тайге. Нор зайцы не роют, и зайчата через неделю после рождения начинают питаться самостоятельно.

От Северной Африки до Китая в степях и пустынях обычен маленький зайчик толай. В Африке и Америке есть и другие виды.

Кролики, в отличие от зайцев, — норные животные и рожают голых и слепых крольчат (см. рис. 239). Европейский дикий кролик — родоначальник многочисленных домашних пород — обитает в Южной Европе и Северной Африке, но завезен на все континенты и многие острова, а в Австралии стал даже злейшим вредителем. Другие виды кроликов описаны из Африки, Америки и Южной Азии.

Пищухи — мелкие (не выше 25 см) короткоухие зайцеобразные гор и равнин Юго-Восточной Азии, Европы и Северной Америки. Их еще называют сеноставками, потому что на зиму они заготавливают стожки сена. Живут пищухи, как и кролики, в норах, часто образуя колонии. Первичный кал они не слизывают с анального отверстия, как кролики и зайцы, а сначала размазывают по стенке норы и едят подсушенным. Это источник целебного мумиё.

ОТРЯД НЕПАРНОКОПЫТНЫХ

До того как наступил ледниковый период, представители этого отряда процветали. Ныне от них осталось три семейства с немногими видами. У непарнокопытных ось конечности проходит через третий палец, другие пальцы уменьшены или отсутствуют. В плечевом поясе нет ключиц.

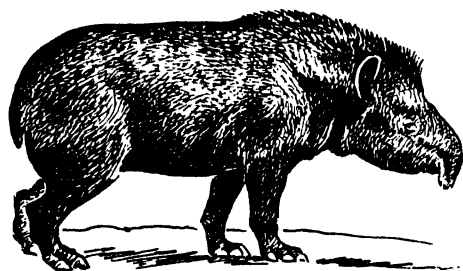
Самые примитивные — тапиры ранее обитали и в Европе, и по всей Азии и Северной Америке (рис. 240). У тапиров на передних ногах четыре пальца, на задних три, но нога опирается в основном на третьи пальцы с копытами, похожие на лошадиные. Другое отличие тапиров — небольшой хобот, как и у слонов, продукт сращения носа с верхней губой. Это жители кустарников и болот, прекрасно плавают, питаются водной растительностью и ветками кустарников. Их три вида в Южной Америке и один, самый крупный (250 м в длину), — чепрачный тапир Юго-Восточной Азии (у него середина спины белая, как будто покрыта чепраком). Мясо тапиров съедобно.

В семействе носорогов сохранилось пять видов — три в Южной Азии и два в Африке. Их везде истребляли, главным образом из-за поверья о целебной силе их рогов.

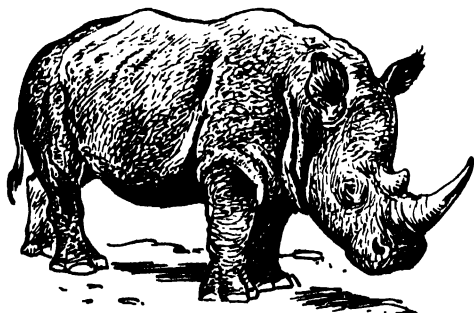
После слонов носороги — самые крупные животные суши. Панцирный индийский носорог достигал 4,2 м в длину и 2 т массы, а африканский белый даже 3 т. Это раздражительные и опасные животные, особенно африканские черный и белый носороги.

Наиболее прогрессивно семейство лошадей. У современных представителей на ногах осталось лишь по одному третьему пальцу. Второй и четвертый в виде маленьких косточек (грифельков) скрыты под кожей. Лишь в редких случаях они увеличены и видны. Лошадиные прекрасно приспособлены к быстрому бегу на открытых пространствах, их зубы с длинными коронками медленнее истираются жесткой травой степей и полупустынь.

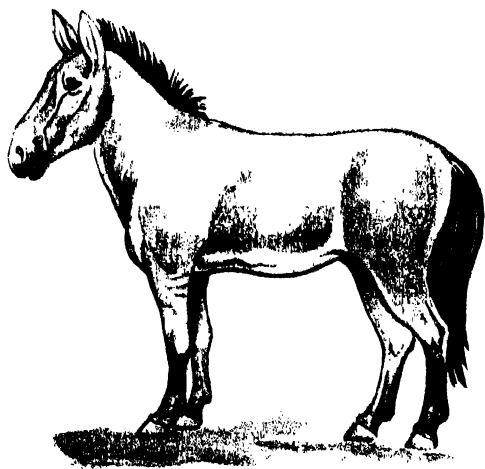
Однопалые лошади современного типа возникли в Северной Америке. Оттуда они проникли в Азию, Европу и Африку, ненадолго и в Южную Америку. Затем на своей родине вымерли



Тапир американский



Носорог белый



Лошадь Пржевальского

Рис. 240. Непарнокопытные

полностью, как раз перед приходом человека. Причины этого вымирания загадочны — ведь завезенные из Европы лошади в американских прериях быстро одичали, образовав многотысячные табуны мустангов.

В семействе лошадиных один род, представленный семью живущими видами. Наиболее примитивны африканские полосатые лошадки — зебры (три вида; четвертый — квагга истреблен в 80-х годах прошлого века). В то же время из южнорусских степей исчезли дикие лошади — тарпаны, возможные предки домашней лошади. У побережья Красного моря, в Сомали и Эфиопии в небольшом числе сохранился дикий осел — предок широко известного домашнего осла — ишака.

В пустынях и полупустынях Азии от Ирана до Монголии еще существует кулан (он же онагр, или джегетай). Ближе всего к домашней лошади лошадь Пржевальского, ранее обитавшая от Казахстана до Северо-Западного Китая. В природе она уже, очевидно, исчезла, но около 700 особей сохранено в зоопарках, так что восстановление вида возможно.

Лошадь была одомашнена около 6 тыс. лет назад, скорее всего в полосе

от причерноморских степей до Монголии. Возможно, в ее создании приняло участие несколько диких предков.

ОТРЯД ПАРНОКОПЫТНЫХ

Представители отряда парнокопытных при ходьбе опираются на третий и четвертый пальцы, между которыми проходит ось конечности. Ключиц у них нет. У низших желудок простой, у высших подразделен на отделы (сложный).

Выделяют подотряды нежвачных и жвачных. К нежвачным относят свиньи, американские свиньи — пекари и бегемоты (гиппопотамы).

Из семейства свинных у нас обычен дикий кабан — родоначальник многочисленных пород домашних свиней (распространен по всей Европе, Южной Сибири, Средней Азии, в Забайкалье и на Дальнем Востоке). В Южной Азии и Африке есть и другие виды, самая крупная — большая лесная свинья (высота в холке до 110 см) из лесов Экваториальной Африки (рис. 241).

У американских пекари желудок уже сложный, он разделен на три отдела, клыки в верхней челюсти направлены вниз, а не вверх, как у кабана. Известно три вида этих мелких свинных (высота до 55 см).

Чемпион-тяжеловес среди нежвачных — бегемот (высота в плечах до 165 см, масса до 3000—3200 кг). Бегемоты, ранее населявшие теплые озера и реки Европы и Азии, теперь сохранились только в Африке. У бегемота желудок сложный, трехкамерный, длина кишечника достигает 60 м.

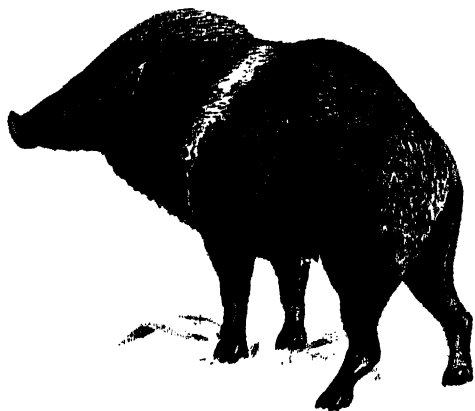
Подотряд жвачных большой (180 видов) и процветающий. У них желудок сложный, в норме состоящий из четырех отделов: *рубца*, *сетки*, *книжки* и *сычуга*. Микроорганизмы, усваивающие целлюлозу, у жвачных размножаются в желудке, а не в слепой кишке. Поэтому им не нужно поедать свой кал, как зайцеобразным, они отрыгивают содержимое желудка, чтобы на покое пережевать и проглотить жвачку. Строго говоря, корова питается не травой, а бактериями и простейшими, обитающими на этой траве. Это позволяет жвачным утилизировать с максимальной выгодой огромные ресурсы целлюлозы — самого распространенного полимера в мире растений.

В семействе оленей представители имеют рога — окостеневшие отростки, не покрытые роговым чехлом. Они сбрасываются зимой, а весной отрастают, сначала мягкие, покрытые кожей с шерстью (это панты, имеющие большую ценность в медицине). Затем рога окостеневают, шерсть и кожа с них слезает, и они служат самцам турнирным оружием в борьбе за самок (только у северного оленя рога ты и самки).

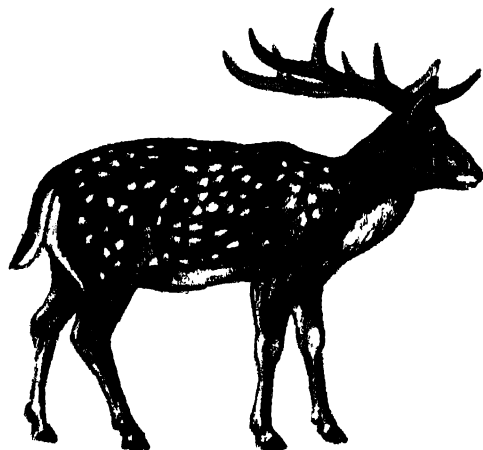
У нас обычен, главным образом в заповедниках, благородный олень (марал), ранее распространенный по Евразии и Северной Америке, в Приморье к нему добавляется пятнистый олень (разводимый ради пантов). Так же широко распространена косуля. Из современных оленей самый крупный — лось (до 235 см в холке и до 600 кг). А самый экономически важный — северный олень, обитающий в тундрах Крайнего Севера (на юг доходит до гор Южной Сибири, а раньше доходил и до Крыма). Многие арктические народы, от лопарей на западе до чукчей на востоке, в недавнем прошлом всем своим существованием были обязаны одомашненному северному оленю. Он давал мясо, молоко, шкуры для одежды, на нем ездили на



Кабан европейский



Пекари ошейниковый



Олень пятнистый

Рис. 241. Парнокопытные

нартах и верхом. Странно, что американские индейцы не одомашнили своего северного оленя (карибу).

На юге, в Юго-Восточной Азии, в Америке есть и другие виды оленей. В особое семейство выделяют жирафовых: всем известную длинноногую и длинношею жирафу (высота до 5,8 м!) и мало известную окапи с «нормальной» шеей из лесов бассейна Конго. У жирафов и окапи рога пенькообразны, покрыты кожей с шерстью, оставаясь все время на стадии пантов.

Загадочно положение в системе верблюдов. Это, несомненно, жвачные со сложным желудком. Но на двупалых их конечностях нет копыт, только тупые когти, и ступают они, опираясь не на концы пальцев, а на их фаланги с мощными мозолями. Поэтому их выделяют из копытных (копыт-то нет!)

в отдельный отряд мазолоногих. Верблюдов два вида: одомашненные двугорбый (бактриан) и одногорбый (дромадер). В Центральной Азии кое-где сохранился еще дикий двугорбый верблюд, открытый Н. М. Пржевальским. В Южной Америке сохранились безгорбые верблюды — ламы.

Как и олопа, лошади, верблюды возникли в Северной Америке и вымерли на своей исторической родине, успев перед этим мигрировать в Евразию, Северную Африку и в Южную Америку, до Патагонии. Верблюды до недавнего времени были ценнейшими вьючными и ездовыми животными полупустынь. Давали они также мясо и молоко и хорошую шерсть. Из американских лам также получены вьючная лама и дающая отличную шерсть альпака.

Самое обширное (10 подсемейств, 115 видов) и самое высокоорганизованное семейство парнокопытных — семейство полорогих. Рога у них представляют собой полые роговые чехлы, насаженные на отходящие от лобных костей костяные стержни. Они не меняются каждый год, как у оленей, а растут всю жизнь. Верхних резцов и клыков у полорогих нет; желудок и симбиоз с микроорганизмами, в нем живущими, достигают наивысшей сложности.

Наиболее разнообразны среди полорогих антилопы, обитающие в основном в Африке и Южной Азии. Это и маленькие, размером с зайца, дукеры и дикдики, и крупные (высота в холке до 180 см) оленебыки — канны и нильгау, причудливые, напоминающие лошадь с головой буйвола антилопыгну, лошадиные и саблерогие антилопы и изящные газели (рис. 242).

До Средней Азии доходят джейраны и до юга Алтая и Восточного Забайкалья — дзерены. Самая северная антилопа — сайгак, с причудливой горбоносой головой. В эпоху мамонтов сайгаки были распространены от Англии до теперешних Новосибирских островов и Аляски, теперь их северная граница — районы нижнего течения Волги.

В отдельное подсемейство выделены козлы и бараны, давшие нам важнейших домашних животных. Полагают, что домашние козы — продукт скрещивания дикого безоарова козла (обитает на Кавказе и в горах Туркмении) с сибирским горным козлом и кавказскими турами. (Вспомните «козлотура» у Фазиля Искандера.)

Овцы же ведут начало от горных баранов — муфлонов Европы и Передней Азии, у ряда азиатских пород отмечена «кровь» центрально- и среднеазиатского архара. От Восточной Сибири до Калифорнии обычен дикий снежный баран, он же чубук. Он также скрещивается с домашней овцой.

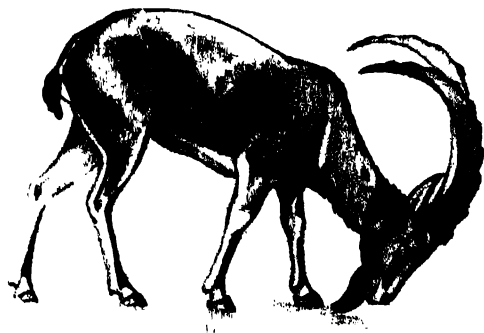
Между овцами и быками переходное звено — овцебык (до 145 см в холке и 300 кг массы) — обитатель Арктики; ныне сохранился лишь в Гренландии, на островах Канады и в заповедниках. У нас его пытаются возродить на острове Врангеля и на Таймыре. Овцебык — тоже современник мамонта.

Подсемейство быков дало самое ценное домашнее животное — крупный рогатый скот, коров. Происходят они от ныне истребленного быка — тура (не путать с туром-козлом). Последний тур погиб в 1627 г. К нему были близки (и скрещиваются с домашним скотом) наши зубры и североамериканские бизоны — потомки ранее единого вида, населявшего великую мамонтовую степь от Англии до атлантического берега Америки.

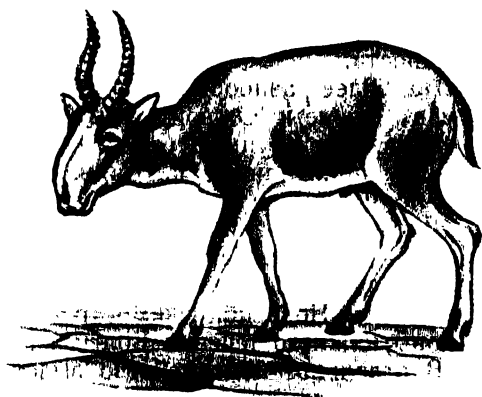
Скрещиваются с коровами и крупные (до 2 м в холке) яки — могучие



Архар



Козел безоаровый



Сайгак



Зубр



Овцебык

животные, одомашненные на Памире и в Центральной Азии.

В Южной Азии кое-где сохранились огромные (до 213 см в холке) дикие быки — гауры (одомашненные называются гаялами) и более мелкие бантенги, также одомашненные на острове Ява.

Чисто южные быки — буйволы, их короткая и редкая шерсть без подшерстка не пускает этих величественных (до 180 см высоты) животных на север. Еще сохранились в болотах и по берегам лесных рек дикие индийские буйволы (но домашних больше) и свирепые буйволы африканских саванн, которых никто не рискнул одомашнить.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нельзя приступить к изучению основных законов жизни, не зная ее внешних проявлений. А невежество большинства наших современников в этом вопросе настолько глубоко, что появление книг, подобных этой, необходимо. Есть у данной книги и другая цель. Вы наверняка заметили, что в ней не-малое место уделено описанию групп, мало кому известных, не имеющих практического значения, но являющихся как бы переходными звеньями, связующими все разнообразие живой природы в единую цепь. Поэтому и описаны в ней яйцекладущие млекопитающие, амфибии и рептилии одновременно, костные рыбы без костей, высшие растения без цветков, а вначале простейшие, являющиеся и животными, и растениями одновременно. Это не случайно: на протяжении всей книги автор пытался убедить читателя в том, что живая природа едина. Около 100 тыс. лет назад жили предки всех ныне живущих людей на Земле. 6—8 млн. лет назад по нашей планете ходили общие предки шимпанзе и людей. Но жизнь тысячекратно древнее. Не менее 5 млрд. раз Земля обернулась вокруг Солнца с момента возникновения общего предка бактерий, растений и животных. Вспомните клич Маугли: «Мы одной крови — ты и я!». Мы одно с живой природой и различаемся только по степени родства.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Основные принципы биологии	3
Свойства жизни	—
Клетка — основа жизни: пределы сложности жизни	6
Способы ускорения обмена веществ	8
Законы поверхности и объема клетки	10
Неизбежность возникновения разума	13
Глава 2. Самые простые организмы	14
Биологическая система	—
Царство вирусов	16
Надцарство прокариот	21
Глава 3. Истинноядерные организмы — эукариоты	30
Отличие эукариот от прокариот	—
Царство грибов: организмы, растущие в одном измерении	33
Класс низших грибов	38
Класс высших грибов	—
Класс базидиальных грибов	39
Класс несовершенных грибов	43
Класс слизевиков	44
Лишайники	45
Глава 4. Самые простые растения — водоросли	47
Царство растений	—
Низшие растения — водоросли	—
Отдел зеленых водорослей	48
Отдел золотистых водорослей	53
Отдел бурых водорослей	54
Отдел диатомовых водорослей	57
Отдел красных водорослей	59
Глава 5. Растения без цветков	62
Высшие растения	—
Основные органы высших растений	63
Отдел высших растений	68
Мхи	—
Плауны	69
Хвощи, или членистые	70
Папоротники	71
Голосеменные — отдел семенных растений	73
Глава 6. Цветковые растения	78
Отдел покрытосеменных, или цветковых	—
Основные органы покрытосеменных	—
Двудольные	82
Подкласс магнолиид	—
Подкласс ранункулид (лютиковидных)	84
Подкласс гаммелиид (гаммелиевидных)	—
Подкласс карнофиллид (гвоздичниковидных)	86
Подкласс диллениид (диллениевидных)	—
Подкласс розид (розовидных)	91
Подкласс астерид (астровидных)	95
Класс однодольных	97
Подкласс лилии (лилиевидных)	98
Подкласс арецид (пальмовидных)	103

Глава 7. Животные, состоящие из одной клетки	107
Царство животных — простейшие	—
Тип корнежгутиковых (саркомастигофор)	108
Тип споровиков	117
Класс кокцидиеобразных	—
Тип книдоспориций и микроспориций	123
Тип инфузорий, или ресничных	—
Глава 8. Первые многоклеточные животные	133
Низшие многоклеточные: происхождение	—
Тип плакозоев (пластинчатых)	134
Тип губок	135
Тип кишечнополостных	139
Понятие о симметрии	142
Класс гидроидных и сцифоидных полипов и медуз	—
Класс коралловых полипов (питозоев)	146
Тип гребневиков	152
Глава 9. Самые простые трехслойные животные	155
Раздел двусторонне-симметричных (билатеральных)	—
Тип плоских червей	—
Класс ресничных червей (турбеллярий)	156
Класс сосальщиков (трематод)	157
Класс моногеней	160
Класс ленточных червей (цестод)	162
Тип круглых червей (немателминтов)	164
Класс нематод	166
Класс вслосатиков	169
Класс коловраток	171
Глава 10. Кольчатые черви и их потомки	172
Вторичнополостные животные	—
Тип кольчатых червей	173
Класс многощетинковых кольчатых червей	—
Класс малощетинковых кольчатых червей — олигохет	175
Класс пиявок	177
Тип членистоногих	180
Подтип жабернодышащих (класс ракообразных)	182
Подтип трилобитов (трехлопастных)	190
Подтип хелицеровых (клещеисусых)	191
Глава 11. Многоножки и насекомые	198
Подтип трахейных	—
Класс многоножек	—
Класс насекомых	199
Отряды низших крылатых насекомых	206
Отряды высших крылатых насекомых	212
Отряд жесткокрылых, или жуков	—
Отряд ручейников	217
Отряд чешуекрылых, или бабочек	218
Отряд перепончатокрылых	220
Отряд двукрылых	224
Глава 12. Моллюски	228
Тип моллюсков	—
Классы примитивных моллюсков	229
Класс брюхоногих (гастропод), или улиток	—
Класс пластинчатожаберных, или двустворчатых	232
Класс головоногих моллюсков	236

Глава 13. Наши отдаленные родственники — первые вторичноротые	241
Вторичноротые	—
Тип иглокожих	242
Класс морских лилий	243
Классы морских звезд и змеехвосток	244
Класс морских ежей	246
Класс голотурий (морских кубышек, или морских огурцов)	—
Тип погонофор	247
Тип полухордовых (кишечнодышащих и крыложаберных)	250
Тип хордовых	251
Подтип личиночно-хордовых (оболочников)	253
Подтип бесчерепных	256
Подтип черепных, или позвоночных	257
Класс круглоротых (бесчелюстных, мешкожаберных)	258
Глава 14. Рыбы — жители воды	259
Тип хордовых	—
Надкласс челюстноротых	—
Класс хрящевых рыб (акулы, скаты, химеры)	262
Класс костных рыб	264
Костистые рыбы: мягкоперые	267
Костистые рыбы: колючеperые	274
Подкласс лопастеперых	281
Глава 15. Вышедшие на сушу: земноводные	283
Класс земноводных (амфибий)	—
Отряд хвостатых амфибий	288
Отряд бесхвостых земноводных	290
Отряд безногих земноводных	293
Как земноводные пытались стать земными	—
Происхождение амниот: промежуточные формы	295
Глава 16. Бывшие владыки земли — рептилии	299
Класс пресмыкающихся (рептилий)	—
Черепahi и вымершие анапсиды	300
Отряды клювоголоных и чешуйчатых: ящерицы	301
Подотряд змей	307
Отряды архозавров: динозавры и птерозавры	312
Архозавры: ветвь крокодилов	314
Глава 17. Покорители воздуха — птицы	320
Класс птиц	—
Нелетающие птицы	325
Надотряд плавающих птиц — пингины	327
Отряд летающих птиц (клевых)	329
Летающие птицы: отряд куриных	335
Отряд летающих птиц: голубеобразные	339
Отряд летающих птиц: воробьинообразные	341
Глава 18. Цари природы — млекопитающие	343
Класс млекопитающих	—
Глава 19. Строение млекопитающих	363
Глава 20. Мир млекопитающих	377
Класс млекопитающих	—
Подкласс первозверей (однопроходных)	—
Подкласс настоящих зверей	—
Отряд сумчатых	—

Плацентарные звери: отряд неполнозубых	379
Отряд насекомоядных	383
Отряд рукокрылых	384
Отряд приматов	386
Отряд грызунов	390
Отряд хищных	392
Отряды ластоногих и ящеров	396
Отряд китообразных	399
Отряды хоботных, доманов, сирен, трубкозубов	401
Отряд сирен, или морских коров	403
Отряд зайцеобразных	104
Отряд непарнокопытных	105
Отряд парнокопытных	107
ючение	111