

ПОДРАЗДЕЛ ВТОРИЧНОРОТЫЕ ЖИВОТНЫЕ

1. ТИП ИГЛОКОЖИЕ

Иглокожие - весьма своеобразные животные, которых по строению нельзя сравнить ни с какими другими животными. Их внешний вид напоминает звезду, цветок, шар, огурец и т.п. Название «иглокожие» было дано им еще древними греками. История изучения этих животных связана с именами Аристотеля и Плиния. В XVIII и в начале XIX вв. их изучали многие видные ученые (Клейн, Линней, Ламарк, Кювье). Однако большинство зоологов соединяло иглокожих либо с червями, либо с кишечнополостными. Русский ученый И.И. Мечников установил родство иглокожих с кишечножаберными, показал, что иглокожие родственно близки хордовым животным.

- В настоящее время считается точно установленным, что тип иглокожих относится к группе наиболее высокоорганизованных беспозвоночных животных - к группе вторичноротых. Вторичная полость тела у них, как и у хордовых, образуется путем отделения мезодермальных мешков от кишечника. В процессе их развития гастропор зарастает или превращается в анальное отверстие, а рот личинки образуется заново. Развитие целома и образование анального отверстия на месте гастропора указывает на родственные связи иглокожих с хордовыми. Часть целома иглокожих дифференцируется на ряд систем, в том числе у них сформировалась особая, присущая только иглокожим, амбулакральная (воднососудистая) система органов движения.
- Иглокожие появились на Земле свыше 520 млн лет назад - их остатки находят в отложениях раннего кембрия.
- Тип насчитывает около 5 000 видов.
- Иглокожие - морские донные организмы, большей частью свободноживущие, реже - прикрепленные ко дну посредством особого стебелька.
- У большинства видов животных органы расположены по пяти лучам, но у некоторых число лучей иное. Однако предки иглокожих обладали двусторонней симметрией, у современных иглокожих двусторонней симметрией обладают свободноплавающие личинки.
- Для иглокожих характерно развитие в подкожном соединительном слое скелета из известковых пластинок с торчащими на поверхности тела шипами, иглами и т.п.
- У них имеется кровеносная система, но органы дыхания развиты слабо или отсутствуют, нет и специальных органов выделения, нервная система примитивна и частично располагается в кожном эпителии или в эпителии участков тела, впячивающихся внутрь. Иглокожие раздельнополы, развитие происходит с метаморфозом личинки.
- Выделяют пять классов иглокожих:
 - Морские звезды,
 - Офиуры,
 - Морские лилии,
 - Морские ежи
 - Голотурии.

Покровы.

Покровы иглокожих состоят из: однослойного покровного эпителия и толстого слоя кутиса, или собственно кожи, за которым лежит ресничный эпителий, ограничивающий собой вторичную полость тела, или целом.

- Наружный эпителий большинства иглокожих имеет (кроме голотурий) реснички, создающие ток воды. С их помощью осуществляются подача пищи, очищение тела от грязи и газообмен.
- В покровах животных имеются различные железы (ядовитые и вызывающие свечение), а также пигменты, придающие иглокожим удивительную расцветку. В кутисе образуются скелетные элементы иглокожих. По своему происхождению скелет всех иглокожих внутренний.
 - У морских звезд они имеют вид известковых пластинок, расположенных продольными рядами и обычно несущих выдающиеся наружу шипики.
 - У морских ежей тело заключено в известковый панцирь, состоящий из ряда плотно соединенных пластинок с сидящими на них длинными иглами.
 - Голотурии содержат известковые тела, разбросанные в коже.

Опорно-двигательная система.

Их мускулатура состоит из отдельных мышц и мускульных полос, развита достаточно хорошо - ее развитие зависит от подвижности животного.

Амбулакральная система у большинства форм иглокожих служит для движения, осязания, а у морских лилий и некоторых морских ежей выполняет дыхательную функцию. Она начинается пористой мадрепоровой пластинкой, расположенной на спинной стороне тела. От нее вглубь тела тянется каменистый канал, открывающийся в кольцевой канал, окружающий ротовое отверстие. От кольцевого канала идут радиальные каналы. От радиальных каналов ответвляются в обе стороны короткие каналы, от которых внутрь полости отходят сократимые пузырьки - ампулы, а наружу - сократимые трубчатые амбулакральные ножки с присосками на концах. Амбулакральная система заполняется водой через мадрепоровую пластинку. При сокращении ампул вода из них переходит в полость ножек, отчего они удлиняются, вытягиваются. Присоски на концах ножек присасываются к субстрату, затем длина ножек уменьшается, так как вода из их полости переходит снова в ампулу. Совместным действием одновременно сокращающихся ножек тело иглокожих подтягивается и животное медленно движется по дну и даже по вертикальной поверхности скал. Амбулакральные ножки у разных видов животных могут иметь разное строение и нести другие функции.

Нервная система и органы чувств

Нервная система иглокожих состоит из трех отделов, связанных между собой. От каждого нервного кольца отходят тяжи в лучи. Многочисленные чувствительные клетки разбросаны по всему телу животных. Примитивные глазки расположены у морских звезд на концах лучей, а у морских ежей - на верхней части тела. У иглокожих хорошо развиты чувства обоняния, вкуса, осязания и др.

Пищеварительная система

Пищеварительная система иглокожих состоит из рта (у голотурий рот окружен щупальцами), расположенного на нижней стороне тела, желудка (у голотурий и морских лилий за ртом следует глотка, а затем желудок), средней и задней кишки, заканчивающейся анальным отверстием (у офиур нет задней кишки, анального отверстия и печеночных выростов).

Дыхательная система

Органами дыхания у морских звезд и ежей служат кожные жабры - тонкостенные выросты на верхней стороне тела. Настоящие органы дыхания - водные легкие - есть у голотурий, кроме того, в процессах дыхания у разных форм животных могут принимать участие ротовые щупальца, кишечник, кожа и амбулакрильная система. У иглокожих нет специальных органов выделения. Эту функцию выполняют амебоциты, находящиеся в целоме, они могут выходить наружу через разрыв стенки тела или откладываться в теле.

Кровеносная система

Кровеносная система иглокожих также построена по лучистому типу: состоит из окологлоточного кольца и пяти радиальных лучей; у морских звезд, морских ежей и офиур на спинной стороне имеется еще одно кольцо, оба кольцевых сосуда соединены между собой кроветворным осевым органом. Кровеносная система иглокожих представляет собой скорее систему лакун, чем кровеносных сосудов. Основное назначение кровеносной системы иглокожих - транспорт питательных веществ, а функцию газообмена выполняет жидкость полости тела.

Размножение, развитие и регенерация

Развитие иглокожих проходит со сложным превращением - через этап образования двубокой пелагической личинки. Большинство животных раздельнополы, но имеются и гермафродитные особи. Многие иглокожие обладают способностью к регенерации частей тела. Эта способность у них может быть связана с бесполом размножением, когда тело взрослого организма делится пополам или на несколько кусков. Каждая половина или кусок восстанавливает недостающие части тела (встречается у морских звезд, офиур, некоторых голотурий). У ряда иглокожих наблюдается живорождение, т.е. стадия личинки отсутствует - у арктических и антарктических видов. Иглокожие часто проявляют заботу о потомстве. Наиболее распространены морские ежи, морские звезды и голотурии.

1.1. Класс МОРСКИЕ ЗВЕЗДЫ

У морских звезд тело имеет вид звезды, в большинстве случаев с пятью лучами. Они имеют объемистый желудок, способный выворачиваться при поедании крупной добычи, например моллюска, соки, выделяемые стенками желудка, способствуют перевариванию пищи, анальное отверстие расположено на верхней стороне тела.

Морские звезды распространены повсюду, но чувствительны к солености воды (около 3%), поэтому они отсутствуют в Черном и Балтийском морях, где соленость воды ниже. Часто звезды достигают больших размеров - до 70 см в диаметре, имеют яркую и пеструю окраску. Число видов звезд - более 1 700. Особенно богато представлены в тропических водах. В последние годы приобрела печальную известность *Acanthaster* - крупная многолучевая звезда с ядовитыми иглами, уничтожающая живые коралловые рифы. Эта звезда объедает полипы, а омертвевшие участки рифов подвергаются быстрому разрушению под действием прибоя. Среди звезд есть прожорливые виды, наносящие ущерб устричным и мидиевым хозяйствам.

1.2. Класс ОФИУРЫ

Офиуры, или змеехвостки, по внешнему виду очень похожи на звезд: имеют длинные и тонкие лучи, куда не заходят ни продолжения кишечника, ни гонады. Задней кишки, анального отверстия и печеночных придатков у них нет. По образу жизни они напоминают морских звезд. Офиуры раздельнополы, но способны к

бесполому размножению и регенерации автотомированных участков тела. Известны светящиеся формы животных.

1.3. Класс МОРСКИЕ ЕЖИ

Морские ежи имеют шаровидное или уплощенное тело и пятилучевое строение при отсутствии лучей. Тело животных заключено в сплошной панцирь из плотно соединенных известковых пластинок, несущих острые и тонкие иглы - у одних и толстые, тупые - у других. Рот ежей вооружен толстым челюстным аппаратом. От рта к верхнему полюсу тела тянутся пять рядов пластинок панциря с отверстиями, через которые выступают амбулакральные ножки. С их помощью еж медленно ползает по дну. Есть растительноядные ежи и хищники. Они чувствительны к солености воды, обитают на различной глубине. Их икра используется в пищу, а полостная жидкость обладает тонизирующими свойствами. Известно около 800 видов современных морских ежей.

1.4. Класс ГОЛОТУРИИ

Голотурии, или морские кубышки, - класс иглокожих с редуцированным скелетом и билатеральной симметрией, пятилучевая симметрия есть, но замаскирована билатеральным расположением многих органов. Вокруг их рта расположены щупальца. В основном это донные животные, редко - плавающие. При раздражении они втягивают переднюю часть тела со щупальцами, выталкивают воду из клоаки и сжимаются в комок. Питаются голотурии мелкими донными животными, водорослями, гниющими остатками. Ряд голотурий используется в пищу. Есть ядовитые голотурии, из которых получают лекарственные препараты (например голотуриин). Промысловую голотурию - трепанга - добывают на Дальнем Востоке.

1.5. Класс МОРСКИЕ ЛИЛИИ

Морские лилии - наиболее древние из современных иглокожих - ведут преимущественно сидячий образ жизни (редко во взрослом состоянии) - свободный образ жизни. Их тело мешковидное, шаровидное или имеет форму чашечки, покрыто скелетными пластинками. Рот и анальное отверстие лилий находятся на противоположной от дна стороне. На этой же стороне открываются амбулакральная и половая системы. Красиво раскрашенные лилии живут преимущественно в тропических морях и океанах, прикрепившись к подводным предметам. Их считают вымирающим видом, но в палеозойскую и мезозойскую эры они играли видную роль в жизни морской фауны.

2. ТИП ПОЛУХОРДОВЫЕ

Тип полухордовые включает два класса:

- перистожаберные
- кишечнодышащие.

Представители обоих классов имеют трехчленистое тело, состоящее из головной лопасти (хоботка), воротничка и туловища.

2.1. Класс ПЕРИСТОЖАБЕРНЫЕ

- Перистожаберные - сидячие животные, образующие колонии в виде кустиков; в полостях трубочек (веточек кустика) сидят животные (зооиды).
- Хоботок имеет полость, открывающуюся порой наружу.
- Внутри тела, у основания хоботка располагается «сердце», имеющее вид пузыря и прилегающей головной лакуны (оно не имеет ничего общего с сердцем хордовых).
- Здесь же располагается орган выделения.

- Воротничок обрамляет ротовое отверстие и служит опорой для ветвящихся щупалец - органов дыхания и сбора пищи.
- По спинной поверхности воротничка располагается цепочка нервных ганглиев. В туловище животных имеется изогнутая кишечная трубка.
- У некоторых представителей есть нотохорд (он поддерживает воротничок и хоботок) - вырост спинной части кишечника. Его считают предшественником хорды.
- Половые железы полухордовых расположены в целоме. Развитие протекает с метаморфозом: личинка прикрепляется ко дну и через два дня превращается во взрослое животное, которое путем почкования образует новую колонию.

2.1. Класс КИШЕЧНОДЫШАЩИЕ

- Кишечнодышащие имеют удлинённую червеобразную форму тела и размеры от нескольких сантиметров до 2-2,5 м (балаюглосс).
- Они ведут одиночный образ жизни, достаточно подвижны, живут преимущественно на морских мелководьях, но обнаружены на глубинах до 8 100 м.
- На брюшной стороне животных между хоботком и воротничком расположено ротовое отверстие, ведущее в глотку, стенки которой пронизаны многочисленными парными жаберными щелями.
- В основание хоботка вдаётся упругий вырост стенки глотки - нотохорд, к которому прикрепляется несколько мускульных лент.
- Кровеносная система животных незамкнута и представлена двумя сосудами - спинным и брюшным, соединёнными поперечными сосудами, «сердце» имеет вид пузырька и создаёт ток крови. Кровь по спинному сосуду поступает в головную лакуну.
- Дышат животные, как всей поверхностью тела, так и с помощью глотки: кислород поступает в кровь, протекающую по сосудам межжаберных перегородок (кишечный тип дыхания).
- Нервная система кишечно-дышащих состоит из спинного и брюшного нервных тяжёлей, соединённых одним-двумя окологлоточными нервными кольцами. На вершине хоботка располагаются светочувствительные клетки, много чувствительных клеток содержат покровы.
- Кишечнодышащие раздельнополы, оплодотворение наружное. У части видов развивается личинка, у других - развитие прямое. Некоторые животные способны к вегетативному размножению путем разрыва тела на две части на границе между жаберным и печеночным отделами и последующей достройки необходимых частей тела. Все полухордовые питаются пассивно: пищевые частицы захватываются с помощью слизи хоботком или щупальцами.

3. ТИП ХОРДОВЫЕ (Chordata)

Существование типа Хордовые (Chordata) было обосновано известным русским зоологом А.О. Ковалевским, который, изучая развитие (онтогенез) оболочников (Tunicata) и бесчерепных (Acrania), установил сходство их организации с позвоночными животными. Название типа хордовые предложено Беллом в 1878 г. Обособление типа хордовых и его последующая эволюция связаны с увеличением подвижности, сопровождающейся общей интенсификацией жизнедеятельности и, прежде всего, совершенствованием процесса добывания пищи.

Повышение подвижности и энергии жизнедеятельности всегда сопровождаются развитием нервной системы и органов чувств, усложнением поведения и возникновением сложных форм общения. Именно эти особенности и характерны для высших позвоночных - подтипа позвоночных.

Подтипы бесчерепные и оболочники называют обычно низшими хордовыми, а позвоночные - высшими хордовыми.

- К хордовым относятся 43 тыс. видов, распространенных по всему земному шару: они заселяют моря и океаны, реки и озера, континенты и острова. У хордовых большое разнообразие форм, различны и их размеры.
- Тип хордовые объединяет вторичноротых двустороннесимметричных целомических животных с метамерией, выраженной преимущественно на ранних стадиях зародышевого развития. Наземные остатки предков хордовых не сохранились, поэтому судить о развитии хордовых приходится по косвенным данным, а именно путем сопоставления строения взрослых форм и сравнительного изучения эмбрионального развития. Большинство зоологов полагает, что предшественниками хордовых были целомические животные, перешедшие к малоподвижному образу жизни (или сидячему), что привело к уменьшению числа сегментов их тела и образованию вторичного рта.
- Для хордовых характерны присущие только им признаки:
 - наличие в течение всей жизни или только на одной из фаз развития спинной струны - хорды, играющей роль внутреннего скелета, имеющей энтодермальное происхождение, и окруженной соединительнотканной оболочкой. У примитивных животных хорда сохраняется в течение всей жизни, а у более высокоорганизованных она постепенно замещается (вытесняется) позвоночным столбом, состоящим из отдельных позвонков, образующихся в соединительнотканной оболочке хорды; развивается центральная нервная система, имеющая форму трубки (внутренняя полость ее называется невроцелем) и образовавшаяся из энтодермы.
 - Нервная трубка располагается над хордой. У позвоночных животных она дифференцируется на два отдела: головной и спинной.
 - В стенках глотки - переднего отдела пищеварительной системы - образуются жаберные щели, выполняющие функции пищеварительного тракта и органа дыхания. У водных животных на перегородках между жаберными щелями образуются жаберы, у наземных позвоночных жаберные щели есть только у зародышей, затем они зарастают, а у взрослых развиваются легкие - парные впячивания на брюшной стороне задней части глотки.
 - Пищеварительная система располагается под хордой.
 - Сердце у позвоночных располагается под пищеварительной системой

НИЗШИЕ ХОРДОВЫЕ.

Осевой скелет у низших хордовых - хорда - существует в течение всей их жизни (бесчерепные) или только у личинок (оболочники). Им свойственно пассивное питание - фильтрация воды и сбор пищи с помощью органа - эндостилия, располагающегося в большой глотке. Нервная трубка животных слабо разделена на головной и спинной мозг. У взрослых оболочников она редуцируется, сохраняется лишь нервный ганглий и связанные с ним невральная железа и тяж. Низшие хордовые - только морские животные, к ним относятся подтипы бесчерепных и оболочников.

3.1. ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫЕ (ACRANIA)

Бесчерепные - мелкие морские животные, иногда проникающие в эстуарии, по форме напоминающие рыбок. Они имеют внутренний скелет - хорду и нервную систему в виде трубки, их глотка пронизана отверстиями и служит органом дыхания, пищеварительная система имеет печеночный вырост. Подтип насчитывает 30-35 видов.

Наиболее известным представителем подтипа является ланцетник. Он живет на дне, преимущественно на глубине 10-30 м, чаще держится на песчаных участках, зарывшись в грунт и выставив вверх переднюю часть тела. Тело ланцетника удлинненное, окаймленное плавниковой складкой.

Покровы

Эпидермальные железы кожи ланцетника выделяют тонкую кутикулу, предохраняющую кожу от повреждения.

Опорно-двигательная система

От переднего до заднего конца тела тянется хорда, к которой прилегают мышцы, имеющие сегментное строение.

Нервная система и органы чувств

Центральная нервная система животных имеет вид трубки, лежащей над хордой. Внешне она кажется одинаковой по всей длине, но в ее внутреннем строении и функциях различия существуют. От трубки отходят нервные тяжи. Ланцетники реагируют на механические (тактильные) и химические раздражения, имеются глазки, воспринимающие свет.

Пищеварительная и дыхательная система

На переднем конце тела бесчерепных расположена предротовая воронка с венчиком щупалец. Ротовое отверстие ведет в глотку, пронизанную жаберными щелями. Жаберные щели ведут в атриальную полость, открывающуюся наружу отверстием. Ток воды создается мерцательным органом и колебаниями ресничек, покрывающих межжаберные перегородки. На дне глотки размещается эндостиль, выделяющий слизь, к которой прилипают частички пищи. Пища через глотку попадает в кишечник, к которому прилегает печеночный вырост. Остатки непереваренной пищи удаляются через анальное отверстие.

Кровеносная система

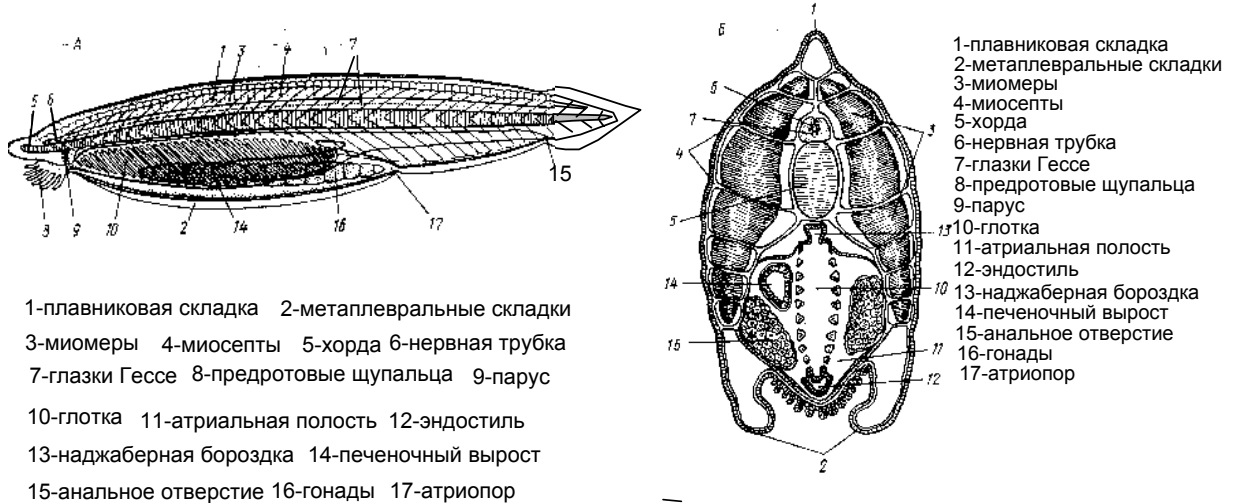
Кровеносная система животных замкнута и кровь движется только по сосудам, сердца нет, ток крови создается пульсацией брюшной аорты и оснований жаберных артерий. У бесчерепных один круг кровообращения, кровь бесцветна и не содержит дыхательных пигментов. насыщение крови кислородом происходит не только в жаберных артериях, но и через тонкие покровы тела.

Выделительная система

Выделительная система бесчерепных похожа на нефридиальную систему кольчатых червей.

Размножение, развитие и регенерация

Бесчерепные - раздельнополые животные, их половые железы не имеют выходов наружу - яйца, разрывая половую железу, попадают в атриальную полость, а затем выходят наружу через атриопор. Оплодотворение у бесчерепных наружное, развитие - с преобразованием плавающей личинки, устроенной более сложно, чем взрослая особь. Упрощение строения взрослой особи связано, вероятно, с менее активным образом жизни, чем жизнь личинки.



3.2. ПОДТИП ОБОЛОЧНИКОВЫЕ, ИЛИ ЛИЧИНОЧНОХОРДОВЫЕ (TUNICATA).

- Оболочники - группа животных, развитие которых шло в основном по пути морфологически регрессивной эволюции. Типичные признаки хордовых у них четко выражены лишь на личиночной стадии развития.
- Оболочники обитают только в морях, часть из них ведет сидячий образ жизни, а остальные медленно перемещаются в толще воды.
- Тело животных покрыто оболочкой или туникой.
- Они фильтраторы, имеют незамкнутую кровеносную систему лакунарного типа.
- Оболочники - гермафродиты, многие из них способны к бесполому размножению путем почкования.

Подтип включает три класса:

- асцидии,
- сальпы и
- аппендикулярии.

Известно около 1,5 тыс. видов этих животных. Наиболее многочисленны асцидии.

3.2.1. Класс АСЦИДИИ

Асцидий обитают на дне морей и океанов, заселяют преимущественно каменистые участки дна, иногда встречаются на глубинах до 2 000 м (и даже 7 000 м). Наиболее многочисленны асцидии в тропических морях. Встречаются колониальные и одиночные асцидии. Обычно они прикрепляются к твердому субстрату.

Покровы

По внешнему виду асцидия напоминает двугорлую банку, тело ее снаружи покрыто туникой, имеется два отверстия - ротовой и клоакальный сифоны.

Опорно-двигательная система

Под туникой находится мантия или кожно-мышечный мешок. В области сифонов расположены особые кольцевые пучки мышц, открывающие и закрывающие отверстия. Сокращение и расслабление мантийной мускулатуры наряду с

мерцанием ресничек эпителия внутренних стенок ротового сифона обеспечивает поступление воды в глотку.

Нервная система и органы чувств

У взрослых асцидий рецепторная система сохраняется, обеспечивая реакции сидячего животного на изменения температуры, химические раздражения и другие изменения среды.

Пищеварительная и дыхательная системы

Ротовой сифон ведет в глотку, от дна которой отходит короткий пищевод, переходящий в желудок, за желудком следует кишка, открывающаяся анальным отверстием в атриальную полость вблизи клоакального сифона. Стенки глотки асцидий пронизаны жаберными отверстиями, открывающимися в атриальную полость. По брюшной стороне глотки проходит эндостиль. С помощью слизи, выделяемой эндостилем, из тока воды асцидии добывают пищевые частицы. Глотка служит одновременно и органом дыхания.

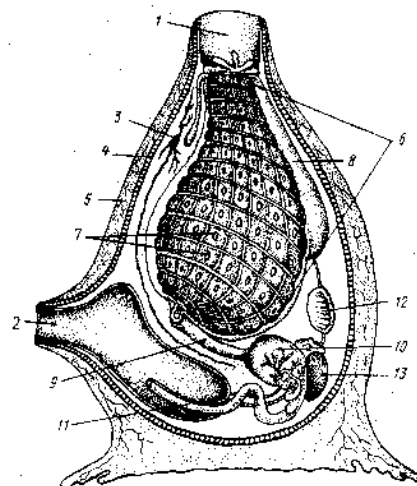
Кровеносная система

Кровеносная система асцидий своеобразна: сердце, сокращаясь, последовательно гонит кровь то в одном, то в противоположном направлении. В крови асцидий встречаются клетки - ванадоциты, содержащие ванадий и свободную серную кислоту (до 9%), и клетки, содержащие зеленые тельца, состоящие из соединений железа с белком. Кроме того, в крови асцидий содержится относительно большое количество различных микроэлементов.

Размножение, развитие и регенерация

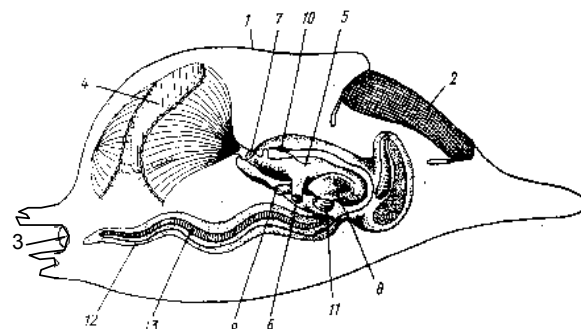
Асцидии, как и остальные оболочники, - гермафродиты, но самооплодотворение предотвращается неодновременным созреванием половых продуктов. Оплодотворение происходит в воде вне организма или в клоакальном сифоне, при этом образуется хвостатая личинка, внутри хвоста которой формируется хорда, а над ней - нервная трубка и глотка с жаберными отверстиями. После прикрепления к субстрату у личинки исчезает хвост (а значит исчезают хорда, нервная трубка, мускульные клетки) и постепенно она превращается во взрослую особь.

У взрослых асцидий в нижней части тела образуется вырост - почкородный столон, на котором образуются почки. Образовавшиеся в результате почкования животные либо отрываются, падают на грунт и прикрепляются рядом с материнским организмом (одиночные асцидии), либо сохраняют с ним тесную связь (колониальные асцидии). С помощью личинок происходит расселение асцидий и освоение новых территорий.



- 1-ротовой сифон
- 2-клоакальный сифон
- 3-нервный ганглий
- 4-эпителий
- 5-туника
- 6-глотка
- 7-стигма
- 8-эндостиль
- 9-пищевод
- 10-желудок
- 11-кишка
- 12-сердце
- 13-гонады

Асцидия



Угол 4. Строение аппендикулярии

- 1-домик 2-"решетка" 3-выходное отверстие домика
- 4-ловчая сеть 5-глотка 6-жаберные отверстия 7-рот
- 8-желудок 9-анус 10-нервный ганглий 11-сердце
- 12-хвост 13-хорда

Аппендикулярия

ВЫСШИЕ ХОРДОВЫЕ.

3.3. ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ, ИЛИ ЧЕРЕПНЫЕ (VERTEBRATA)

Позвоночные - высокоорганизованные хордовые животные. Им присуще активное питание. Переход к активному поиску пищи сопровождался

- увеличением подвижности и перестройкой двигательной системы,
- замещением хорды на позвоночник,
- развитием черепа (цефализация), вооруженного челюстями (органом захвата и измельчения пищи),
- появлением парных конечностей и их поясов.

За счет интенсификации питания, пищеварения, дыхания и выделения

- повышается уровень метаболизма,
- усложняются строение и функции
 - центральной нервной системы,
 - органов чувств
 - гуморальной (гормональной) регуляции
- усложняются поведение и популяционная (внутривидовая) организация животных. Большую роль в жизни позвоночных начинают играть группировки особей (семьи, стаи, колониальные поселения и т.п.), упорядочивающие использование среды, увеличивающие возможности питания, эффективность размножения и снижающие смертность.

Рост уровня жизнедеятельности, совершенствование размножения и заботы о потомстве способствовали расселению позвоночных по всей поверхности Земли.

Подтип позвоночных разделяют на две группы:

- бесчелюстные, куда входят два вымерших класса и круглоротые (современный класс),
- челюстноротые, которые объединяют два надкласса: рыбы (из них два ископаемых и два современных класса) и четвероногие (четыре класса) - земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие.

Водные позвоночные обычно имеют «рыбообразное» веретеновидное удлинённое тело, состоящее из головы, туловища и хвоста. У них развиты парные (отсутствуют у круглоротых) и непарные плавники. У наземных позвоночных форма тела более разнообразна: появляется шейный отдел, увеличивающий подвижность головы, во многих группах уменьшается хвостовой отдел, непарные плавники редуцируются, а парные превращаются в конечности рычажного типа (у китообразных и ихтиозавров - вымерших рептилий - преобразуются в плавники).

Покровы

Кожа позвоночных двухслойна: наружный слой - многоядерный эпидермис, внутренний - кориум, или собственно кожа. Эпидермис развивается из эктодермы - наружного зародышевого листка. Эпидермис содержит железистые клетки, у наземных животных часто образуются железы, погружающиеся в кориум. В нем же формируются защитные образования: эмалевые части плакоидных чешуй, роговые чешуи пресмыкающихся, когти и перья птиц, когти и волосы млекопитающих. Кроме того, эпидермис содержит пигментные клетки, обуславливающие окраску кожи. Кориум содержит большое количество размножающихся клеток (мальпигиевый слой), за счет которых происходит восстановление нарушенных поверхностных слоев. Кориум развивается из мезодермы - среднего зародышевого листка, пронизан кровеносными сосудами и

нервными окончаниями. В нем образуются костные чешуи и покровные кости и имеются пигментные клетки, участвующие в формировании яркой и специфической окраски животного. Кожа участвует в обмене веществ (водном и солевом обмене, дыхании и др.), в терморегуляции и других физиологических процессах. Главная ее роль - защита от механических повреждений и проникновения болезнетворных организмов (защитная функция).

Опорно-двигательная система

У позвоночных наблюдается дифференциация скелета. Различают осевой скелет, череп, скелет конечностей, пояса конечностей. У бесчелюстных и хрящевых рыб скелет состоит из хряща, а у остальных внутренний скелет преимущественно костный с некоторым количеством хряща. В эволюционном ряду позвоночных хорда замещается позвоночным столбом, состоящим из хрящевых или костных позвонков. Они образуются в соединительнотканной оболочке хорды. У круглоротых хорда полностью сохраняется. У большинства рыб хорда сохраняется, но опорой не служит. В остальных классах позвоночных хорда развивается лишь у зародышей, а затем вытесняется позвонками. Замещение хорды сегментарным позвоночным столбом увеличивает прочность осевого скелета при сохранении его гибкости. Верхние дуги позвонков образуют канал, в котором лежит спинной мозг. К позвонкам прикрепляются мышцы, обеспечивающие подвижность позвоночника. Зачатки парных и непарных конечностей появились еще у бесчерепных. У водных позвоночных развились парные (грудные и брюшные) и непарные (хвостовой, спинной, анальный) плавники. У наземных позвоночных парные плавники рыбообразных превратились в членистые конечности (лапы, ноги, ласты, крылья). Для их прикрепления к туловищу развились пояса конечностей - переднего, или грудного, и заднего, или тазового.

У водных позвоночных имеется мускулатура метамерного строения. Метамерность нарушается в области парных плавников и мускулатуре висцерального черепа. С переходом к наземному существованию метамерность двигательной мускулатуры нарушается: формируются лентовидные и иной формы мышцы (мускулы), возникают мускулы-сгибатели и разгибатели, мускулатура конечностей частично разместились и на туловище, а собственная мускулатура туловища уменьшилась. У высших позвоночных метамерность сохранилась лишь в расположении мелких мускулов позвоночного столба. Такое расположение мускулатуры и скелета способствует значительному возрастанию подвижности и маневренности позвоночных животных.

Нервная система и органы чувств

Одновременно совершенствовалась и нервная система, развилась сложная система управления двигательными функциями организма и регуляции физиологических процессов.

- Закладывающаяся на спинной стороне зародыша позвоночных нервная пластинка постепенно превращается в нервную трубку, затем она дифференцируется на головной и спинной мозг. В ее передней части возникает небольшое вздутие, из которого последовательно образуются три мозговых пузыря: передний, средний и задний. Дальнейшая дифференцировка приводит к образованию пяти отделов головного мозга. Передняя часть переднего пузыря, разрастаясь, образует собственно передний мозг, который в последующем разделяется продольной складкой с образованием полушарий (заключенные в них полости называются боковыми желудочками). Задняя часть

превращается в промежуточный мозг (в нем образуются глазные пузыри), а полость промежуточного мозга получает название третьего желудочка. На дне промежуточного мозга образуется полый вырост – воронка, к которой примыкает железа внутренней секреции – гипофиз, а на крыше промежуточного мозга возникает эпифиз. Средний пузырь превращается в средний мозг, его полость называется силвиевым водопроводом. Передняя часть заднего пузыря образует задний мозг, или мозжечок. Он расположен сверху передней части заднего пузыря. Остальная часть заднего пузыря разрастается в продолговатый мозг, без резкой границы переходящий в спинной мозг. Полость продолговатого мозга – четвертый желудочек (ромбовидная ямка) продолжается в полость спинного мозга – невроцель. Образование пяти отделов головного мозга характерно для всех позвоночных животных, но степень их развития, детали строения и функции в разных классах имеют свои особенности. Нервные клетки позвоночных животных также в общем сходны, но имеют свои особенности. От головного мозга отходит 10-12 пар черепно-мозговых нервов. I, II, VIII пары головных нервов – только чувствующие; III, IV, VI, XI, XII – только двигательные; V, VII, IX и X – смешанные (включают чувствующие и двигательные волокна).

- Продолговатый мозг без отчетливых внешних границ переходит в спинной, лежащий в канале, образованном верхними дугами позвонков. Он имеет небольшую полость – невроцель. В отличие от головного мозга, в котором белое вещество (проводящие пути, образованные длинными отростками – аксонами нервных клеток с вкрапленными между ними опорными клетками) расположено внутри и окружено серым веществом (скопления нервных клеток с их дендритами и опорными клетками), в спинном мозге белое вещество расположено снаружи. В спинном мозге замыкаются рефлекторные дуги, независимо от головного мозга обеспечивающие элементарные безусловные рефлексы, например оборонительные. Тем не менее работа всего спинного мозга подчинена контролю головного мозга. По бокам позвоночного столба образуются цепочки ганглиев вегетативной - симпатической и парасимпатической (симпатическая нервная система состоит из ганглиев головного и крестцового отделов, парасимпатическая – из ганглиев шейного и туловищного отделов) нервной системы. Взаимосвязи центральной и вегетативной нервной системы создают возможность известной взаимозаменяемости нервных центров.
- Чувствующие и двигательные волокна нервов, отходящих от симпатических ганглиев, иннервируют внутренние органы, не подчиняющиеся волевому контролю (сердце, кишечник, почки, половые и эндокринные железы и др.). Таким образом, нервная система позвоночных животных разделяется на центральную, периферическую и вегетативную (симпатическую и парасимпатическую). Деятельность всех этих систем взаимосвязана.
- Гормональная система позвоночных состоит из разнообразных желез внутренней секреции и ее сложность нарастает в эволюционном ряду. Химизм участвующих в метаболизме гормонов меняется мало, но усложняются их функции. Деятельность гормональной системы в целом находится под контролем центральной нервной системы.

Органы чувств.

Развитие и дифференцировка центральной нервной системы сопровождалось возникновением и развитием органов чувств – зрения, слуха, равновесия,

обоняния, вкуса, восприятия движения воды (органы боковой линии водных позвоночных) и др.

- Глаза позвоночных имеют форму бокала, внутренняя полость которого заполнена студенистым стекловидным телом. Снаружи глаз покрыт роговицей, она прозрачна. Между краями бокала находится круглый или линзообразный хрусталик, способный к изменению фокусного расстояния (аккомодация). У рыб аккомодация достигается путем перемещения хрусталика, а у высших - за счет работы особых мышц глаза. Стенки глазного бокала состоят из трех оболочек: наружной сосудистой, богатой кровеносными сосудами, средней пигментной, служащей для световой изоляции глаза, и, наконец, внутренней – сетчатки, клетки которой (колбочки и палочки) способны воспринимать световые и цветовые раздражения. Спереди сосудистая оболочка глаза образует радужину, ограничивающую отверстие зрачка. Глазной бокал снаружи одет защитной капсулой – склерой. Схема строения глаз едина во всех классах позвоночных, отличия же сводятся к частным деталям строения и связанных с ними образований – век и глазных желез. У круглоротых имеются добавочные светочувствительные органы, у некоторых рыб, амфибий и пресмыкающихся имеется теменной орган.
- Органы слуха позвоночных анатомически связаны с органами равновесия, они всегда парные и у разных классов имеют различное строение, поэтому будут описаны при описании групп животных.
- У водных животных имеются специальные сейсмочувствительные кожные органы боковой линии, служащие в основном для восприятия слабых колебаний и токов воды.
- Орган обоняния развивается как утолщение эктодермы с образованием обонятельного мешка, открывающимся наружу отверстием – ноздрей. В подавляющем большинстве органы обоняния парные. У позвоночных, дышащих легкими, обонятельные полости соединяются с ротовой полостью внутренними ноздрями – хоанами, что позволяет им дышать, не раскрывая рта.
- Органами вкуса у позвоночных служат вкусовые почки, располагающиеся у рыб в пищеводе, глотке и ротовой полости, а также на губах, усиках, иногда на плавниках и других участках тела, у остальных же они сосредоточены в ротовой полости (на языке или в начальной части глотки).
- В коже позвоночных располагаются рецепторы осязания, восприятия температуры, давления и др.
- Имеются также рецепторы, воспринимающие раздражения о состоянии внутренней среды и органов тела животного.

Пищеварительная система

Пищеварительная система позвоночных существенно усложняется в связи с расширением спектра питания: наблюдается преобразование зубов и челюстного аппарата, дифференцируется и удлиняется пищеварительная трубка, подразделяющаяся на ротовую полость, глотку, пищевод, желудок (часто состоящий из нескольких отделов) и несколько отделов кишечника (три – четыре отдела). Печень и поджелудочная железа хорошо развиты у всех позвоночных животных. У высших рыб (хрящевые и костные ганоиды, костистые рыбы) образуется плавательный пузырь – вырост спинной части начала кишечника. Он выполняет функцию гидростатического органа и барорецептора, а иногда и добавочного органа дыхания.

Дыхательная система

- У бесчелюстных и рыб существуют жаберные щели, у водных челюстноротых между жаберными щелями развиваются жаберные лепестки – их совокупность образует жабры, в которых осуществляется газообмен. Жабры рыб выполняют еще и роль добавочных органов водного и солевого обмена (поглощают и выделяют воду и ионы солей, особенно хлористого натрия), способствуют поддержанию устойчивого осмотического давления крови и тканевых жидкостей, выделяют в значительных количествах аммиак и мочевины. В качестве добавочных органов дыхания у отдельных групп рыб является кожа, плавательный пузырь и специализированные участки кишечной трубки.
- Уже у многоперых и двоякодышащих рыб из задней брюшной части глотки развиваются полые образования, напоминающие плавательный пузырь, и отрывающиеся в начальной части пищевода, они функционируют как легкие.
- У личинок земноводных есть жаберные щели и внутренние и наружные жабры, редуцирующиеся во время метаморфоза и заменяемые легкими, возникающими в виде парных выростов в брюшной части глотки. У пресмыкающихся, птиц и млекопитающих на ранних стадиях зародышевого развития возникают зачатки жаберных щелей, затем исчезающие. На брюшной стороне глотки появляется непарный желоб, у конца которого возникают парные выросты, превращающиеся в легкие, а желоб превращается в трахею (воздуховод). Полость легкого заполняется мелкими ячейками, значительно увеличивающими поверхность газообмена в легких. В зародышевом периоде у высших позвоночных в качестве основного органа дыхания функционирует зародышевый мочевой пузырь - аллантоис. После вылупления (рождения) функция дыхания переходит к легким. Интенсификации дыхания способствует не только увеличение внутренней поверхности легких, но и образование грудной клетки, обеспечивающей интенсивное вентилирование легких.

Кровеносная и лимфатическая система

- Кровеносная система позвоночных замкнута: кровь циркулирует по системе кровеносных сосудов, имеющих эндотелиальную выстилку и гладкие мышечные волокна. В организме позвоночных функционируют три среды: внутриклеточная, внутритканевая с межклеточной жидкостью - лимфой и кровяного русла с кровью. Все три среды обеспечивают устойчивость организма при его пребывании в быстро меняющейся внешней среде и сохраняют постоянство внутренней среды. У позвоночных животных есть сердце, обеспечивающее ток крови по сосудам тела. Оно возникло как расширение брюшной аорты, его стенки состоят из поперечнополосатой мускулатуры. Сердце у позвоночных бывает двухкамерным (круглоротые, рыбы), т.е. состоит из одного предсердия и одного желудочка, трехкамерным (земноводные, пресмыкающиеся), т.е. из двух предсердий и одного желудочка, и четырехкамерным (птицы, млекопитающие) - из двух предсердий и двух желудочков. У некоторых позвоночных в сердце есть дополнительные отделы - венозная пазуха и артериальный конус. Самые крупные толстостенные сосуды - артерии, по ним кровь течет от сердца (от желудочка), по венам кровь движется к сердцу - в предсердие. Самые мелкие разветвления артерий переходят в мельчайшие кровеносные сосуды - капилляры, которые затем соединяются в вены.
- У водных позвоночных (круглоротые, рыбы) имеется только один круг кровообращения (один круг - это одна порция крови проходит через сердце только один раз). У земноводных и пресмыкающихся - два круга кровообращения (намечаются у двоякодышащих рыб): малый (легочный) и

большой, четко отделенные друг от друга, так если сердце трехкамерное, то кровь поступает в единый (хотя иногда разделенный перегородкой) желудочек. Малый круг кровообращения начинается в желудочке, включает легкие и завершается в левом предсердии, большой круг - начинается от желудочка, затем кровь идет по сосудам ко всем органам тела и возвращается в правое предсердие, в левое предсердие поступает артериальная кровь из легких, в правое - венозная кровь со всего тела. У земноводных в правое предсердие поступает венозная кровь с примесью артериальной, окислившейся в капиллярах кожи и ротовой полости. При одновременном сокращении предсердий кровь поступает в желудочек, но так как перегородка неполная, то в карманах кровь частично перемешивается. Однако благодаря наличию перегородок, работе клапанов и расположению отходящих от желудочка сосудов наиболее богатая кислородом кровь поступает в голову, наиболее бедная - в легкие. Этот тип кровеносной системы считают переходным между типично водным и типично наземным типами кровеносной системы. У птиц и млекопитающих образуются полностью разделенные два круга кровообращения: малый круг кровообращения (правый желудочек - легочные артерии - легкие - легочные вены - левое предсердие) и большой круг (левый желудочек - аорта - артерии к голове, конечностям, внутренним органам - вены - правое предсердие).

- Одновременно с формированием кровеносной системы у животных интенсифицируется кроветворение, появляются клеточные элементы - эритроциты и лимфоциты. Их образование происходит в различных органах - жаберных лепестках, лимфоидной ткани кишечника, в почках, селезенке, печени. У рептилий, птиц и млекопитающих эритроциты образуются главным образом в костном мозге и менее - в селезенке и кровяном русле, а лимфоциты - в лимфоидных участках селезенки, печени, костном мозге и в лимфатических узлах (особенно у млекопитающих). В ряду эволюции увеличивается содержание гемоглобина в эритроцитах (и их количество), а также объем крови. Депонирование крови в ряде органов (печень, селезенка, кожа и др.) позволяет быстро восстановить потери крови и увеличить объем циркулирующей крови при увеличении движений.
- У позвоночных животных происходит обособление лимфатической системы. Собираемая лимфатическими капиллярами лимфа поступает в вены. Ток лимфы обеспечивается сжатием лимфатических сосудов окружающими мышцами и органами, а также пульсацией лимфатических сердец (расширение сосудов лимфатической системы). Способствует току лимфы и присасывающее действие сердца. По ходу лимфатических сосудов расположены лимфатические железы, в которых образуются лимфоциты (особенно это выражено у млекопитающих).

Выделительная система

- Выделительная система у позвоночных представлена парными почками, строение которых и протекающие в них процессы отличны у разных классов. У зародышей рыб и земноводных сначала закладываются головные почки, имеющие характер метанефридиев. Они образованы канальцами, открывающимися одним концом, несущим воронку с мерцательным эпителием, в полость тела, а другим - в общий выводной проток. Близ воронки стенки канальца имеют утолщение из клубочков артериальных капилляров (образующийся сосудистый клубочек является предшественником боуменовой капсулы). Через воронки канальцев из полости тела удаляются излишки

полостной жидкости с растворенными в ней продуктами азотистого распада, а из крови - путем фильтрации через сосудистые клубочки.

- По мере развития зародышей рыб и земноводных головные почки сменяются туловищными, которые образуются позади головных. Последние потом атрофируются. Туловищные почки имеют более сложное строение, чем органы выделения беспозвоночных животных и ланцетника. Часть почечных канальцев имеют воронки, но большая часть лишена их и имеет только развитые мальпигиевы тельца (боуменовы капсулы). Возвращение в кровяное русло содержащихся в фильтрате мальпигиевых телец ценных веществ (воды, сахаров, витаминов и др.) происходит в выводных канальцах. Изменяются и выводные протоки почек. Эмбриональные выводные протоки головных почек расщепляются вдоль на два канала – мюллеров и вольфов. Вольфов канал преобразуется в мочеточник первичной почки; мюллеров проток у самцов редуцируется, а у самок выполняет функцию яйцевода. У самцов вольфов канал выполняет также функцию семяпровода.
- У пресмыкающихся, птиц и млекопитающих уже при эмбриональном развитии наблюдается развитие тазовых почек (располагаются в области таза). Канальцы вторичной, или тазовой, почки более длинные и извиты, не имеют воронок и заканчиваются мальпигиевыми тельцами (боуменовыми капсулами). Вольфов канал превращается в мочеточник (у самок вольфов канал редуцируется). Мюллеров канал самок сохраняется и функционирует как яйцевод. У самцов вольфов канал продолжает выполнять функцию семяпровода. В связи с развитием клоаки формируются совокупительные органы. У млекопитающих клоаки нет, а формируются самостоятельные мочеполовое и анальное отверстия.

Размножение, развитие и регенерация

- Позвоночные животные, как правило, раздельнополы. Лишь среди круглоротых и рыб есть гермафродитные особи. Половые железы животных обычно парные. Яичники имеют более или менее заметное зернистое строение. Семенники отличаются гладкой поверхностью. Для рыб и земноводных характерно наружное оплодотворение, но у хрящевых и некоторых костных рыб, хвостатых и безногих земноводных внутреннее оплодотворение. У немногих групп позвоночных появляется яйцеживорождение (развитие яйца идет за счет питательных веществ самого яйца, но в организме матери), настоящее живорождение (развитие яйца происходит за счет питания, получаемого из организма матери, – у некоторых акул) или развитие яйца происходит в специальных наружных складках кожи – как у иглы рыбы, сумчатой квакши, пипы и др. Яйца имеют наружную защитную оболочку. Из яйца вылупляется личинка, ведущая водный образ жизни и похожая на взрослый организм. Особым метаморфозом отличаются личинки бесхвостых земноводных – их личинка в результате сложного метаморфоза приобретает признаки взрослого организма.
- У пресмыкающихся, птиц и млекопитающих оплодотворение внутреннее. При развитии зародыш образует зародышевую оболочку – амнион, окружающую эмбрион (отсюда и название - амниоты). Между амнионом и зародышем находится околоплодная жидкость. Из заднего отдела эмбриона развивается вторая зародышевая оболочка – аллантаис (или мочевого пузыря), в котором накапливаются мочевые выделения зародыша. Наружная стенка аллантаиса богата кровеносными сосудами и выполняет функцию дыхания. У млекопитающих развивается третья зародышевая оболочка – плацента, с

помощью которой зародыш прикрепляется к стенкам организма матери и получает от него питание.

Происхождение

- Остатки плохо сохранившихся примитивных позвоночных были найдены в отложениях ордовика – нижнего силура (около 450 млн лет тому назад) и в пресных водах (согласно палеонтологическим находкам полагают, что они появились в пресных водах примерно, на 100 млн лет раньше, чем в морских). В верхнем силуре – нижнем девоне (370-380 млн лет назад) появились панцирные, челюстножаберные, а позднее – хрящевые и костные рыбы.
- В среднем девоне (примерно 320 млн лет назад) от кистеперых рыб обособились земноводные (амфибии). В триасе вымерли (170-180 млн лет назад) крупные земноводные – стегоцефалы. В середине каменноугольного периода (около 250-260 млн лет назад) от земноводных обособились пресмыкающиеся (рептилии), которые господствовали на земле в течение всей мезозойской эры (более 120 млн лет назад).
- К концу мелового периода (около 60 млн лет назад) вымерли многие группы пресмыкающихся, но к этому времени началось интенсивное видообразование птиц и млекопитающих. Птицы обособились от высокоорганизованных рептилий – архозавров, видимо, в конце триаса, хотя самые древние и примитивные птицы известны с юрского периода (около 135 млн лет назад). В отложениях конца мелового периода найдены представители некоторых современных отрядов позвоночных.
- Млекопитающие обособились от самых древних пресмыкающихся – звероподобных рептилий – в середине каменноугольного периода. Сумчатые и планцентарные известны с юры, некоторые с мела. Становление современных планцентарных млекопитающих проходило уже в третичном периоде мезозойской эры (примерно 60-40 млн лет назад).
- Образное представление о последовательности эволюции хордовых животных можно получить, если длительный период истории уместить в один год.
 - В таком случае жизнь на Земле появилась в конце мая – начале июня, низшие беспозвоночные – в конце июня – начале июля, а прочие беспозвоночные и наиболее примитивные хордовые – в конце сентября (кембрийский период мезозойской эры).
 - В середине октября появляются первые позвоночные – примитивные бесчелюстные (конец ордовика – начало силура), а в конце октября (силур) от бесчелюстных обособляются первые челюстноротые – примитивные рыбы.
 - В конце первой – начале второй декады ноября (средний девон) от кистеперых рыб отделяются первые земноводные; возможно в начале первой пятидневки ноября (середина каменноугольного периода) появляются первые пресмыкающиеся, а с конца ноября – первых пять дней декабря (пермский период) начинается угасание земноводных и расцвет рептилий, продолжавшийся до конца второй декады декабря (всю мезозойскую эру).
 - В начале триасового периода (примерно 3-4 декабря рассматриваемой шкалы) от примитивных рептилий обособились древние млекопитающие, а в конце этого же периода (7-8 декабря) от прогрессивных рептилий – архозавров – отделились древние птицы.
 - И лишь в конце второй декады декабря (конец мелового периода) начинается быстрое развитие птиц и млекопитающих и угасание многих

групп мезозойских рептилий В кайнозойскую эру формируются современные группы высших позвоночных. Начинается этот процесс примерно 23 декабря, а с 28 декабря (начало неогена) начинается образование многих современных семейств животных. Четвертичный период (плейстоцен) начинается примерно с 6-8 часов вечера 31 декабря – время появления первобытных (древних) видов людей и современных или близких к современным видам млекопитающих и птиц.

- Современный человек – Homo sapiens (человек разумный) появился примерно 100 тыс. лет назад, т.е. в предлагаемом масштабе времени – лишь в последние 20-15 минут 31 декабря, а история человеческой культуры от древнего Египта до наших дней занимает только последние 3-5 минут года!
- Как правило, эволюции органического мира предшествовали перемены поверхности Земли (циклы горообразования) и климата (изменения температуры, влажности, солнечной радиации).

3.3.1. ГРУППА БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ

Бесчелюстные включают ископаемых и современных позвоночных, у которых хорда в течение всей жизни выполняет роль основного опорного стержня тела. Они имеют сосущий ротовой аппарат без подвижных челюстей, жаберных дуг у них нет, отсутствуют и парные конечности, есть непарная ноздря, ведущая в обонятельный мешок. Современными бесчелюстными являются представители класса круглоротых – миксины и миноги.

3.3.1.1. КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ

Круглоротые - наиболее древний класс из нынеживущих позвоночных. Для них характерны голая, слизистая кожа, отсутствие парных плавников, удлинённое червеобразное тело. Рот у круглоротых расположен в глубине присасывательной предротовой воронки, челюсти отсутствуют, висцеральный (лицевой) скелет хрящевой, осевой скелет образован хордой, по бокам спинного мозга метамерно расположены попарно небольшие хрящики – зачатки верхних дуг позвонков, череп состоит из нескольких хрящей, головной мозг мал, органами дыхания служат энтодермальные жаберные мешки (5-16 пар). Миноги и миксины – своеобразные паразиты и хищники, они присасываются к водным животным, преимущественно рыбам.

Среди миног есть морские проходные (на нерест заходят в реки) и речные виды (обитают в опресненных прибрежных морских водах и нерестятся в реках), но есть виды, живущие только в пресных водах (речные, озерные и ручьевые). Миксины обитают в морях с солёностью воды не ниже 2,9%. Если солёность воды ниже 2,5% миксины гибнут. Обитают они на глубине до 400-500 м и более.

Миноги имеют два (редко один) спинных плавника, у самок перед нерестом нередко развивается небольшой анальный плавник. У миксин спинные плавники не развиты. У всех круглоротых развит хвостовой плавник.

Покровы

Гладкая и мягкая кожа животных имеет железы, выделяющие обильную слизь, играющую защитную роль.

Опорно-двигательная система

Мускулатура круглоротых имеет метамерное строение и более мощная, чем у бесчерепных.

Нервная система и органы чувств

Нервная система примитивная, так как головной мозг мал, а в крыше переднего мозга мало нервных клеток. Недоразвитость отдельных участков головного мозга связана с простотой движения круглоротых, соответственно и органы чувств у них развиты слабо: глаза небольшие (у миксин редуцированы), обонятельная полость непарная и открывается наружу ноздрей (но обонятельные нервы парные), ухо внутреннее, орган равновесия имеет только два полукружных канала, хотя достаточно хорошо развиты кожные рецепторы, особенно реагирующие на химические раздражения, у некоторых имеется слабый электрический орган на голове.

Пищеварительная система

Пищеварительная система круглоротых начинается предротовой воронкой, в глубине которой расположен рот, снабженный роговыми зубами или зубной пластинкой. В глубине рта находится мощный язык: у миног он служит для пробуравливания тела добычи после присасывания к ней. Слюнные железы животных выделяют антикоагулянты, препятствующие свертыванию крови. За ртом находится глотка, которая делится поперечной перегородкой на дыхательную трубку и лежащий над ней пищевод, переходящий в кишку, заканчивающуюся анальным отверстием. Желудок круглоротых слабо выражен, но развита печень без желчного пузыря. Миноги присасываются к рыбам и даже нападают на крупных головоногих. Миксины вгрызаются в тело рыб и поедают их внутренности. У них имеется внекишечное переваривание, не свойственное остальным позвоночным животным.

Дыхательная система

Строение органов дыхания круглоротых – жабр – отличается от строения жабр рыб: в стенках дыхательной трубки – глотки имеются жаберные отверстия, ведущие в жаберные мешки, стенки которых несут тонкие жаберные лепестки. В них расположены кровеносные сосуды, в которых происходит газообмен. У миног каждый жаберный мешок открывается наружу жаберным отверстием, а у миксин жаберные отверстия соединены с продольным каналом, который открывается одной парой пор на боках тела.

Кровеносная система

Строение кровеносной системы круглоротых сходно со строением кровеносной системы ланцетника. Имеется один круг кровообращения и сердце, состоящее из предсердия и желудочка, селезенка отсутствует.

Выделительная система

Органами выделения у взрослых миног служат туловищные почки, а у некоторых миксин всю жизнь функционируют головные почки. Органы выделения регулируют водно-солевое равновесие, удаляя излишнюю воду, поступающую в тело через покровы.

Размножение, развитие и регенерация

Все круглоротые раздельнополы, половые железы у них непарные, половые продукты выводятся через разрыв стенок гонад в полость тела, а оттуда – через мочеполовой синус – наружу, оплодотворение наружное: у миксин развитие прямое, а у миног - с метаморфозом, их личинка называется пескоройкой. Некоторые морские миноги (непроходные популяции) могут размножаться несколько раз в жизни (полициклически).

Природное и хозяйственное значение

Являясь полупаразитами и полухищниками, круглоротые могут оказывать влияние на численность своих жертв, иногда причиняя ощутимый вред запасам ценных промысловых рыб. Часть миног – ценные промысловые виды, имеющие

питательное и вкусное мясо. Миксины не имеют промыслового значения, но у берегов Японии производится их небольшой отлов для использования в пищу.

3.3.2. ГРУППА ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMATA)

- Характерный признак челюстноротых – появление в висцеральном отделе черепа челюстей для захвата, а часто и размельчения пищи.
- У большинства челюстных хорда выполняет роль опорного скелета лишь у личинок и зародышей, затем она частично или полностью редуцируется и ее функция переходит к позвоночному столбу.
- Мозговой череп животных (хрящевой или костный) окружает головной мозг, из преобразованной жаберной дуги развиваются челюсти, разными способами соединяющиеся с черепом, предротовая воронка не образуется; ротовое отверстие имеет вид щели.
- Обонятельные мешки челюстноротых парные, образуются самостоятельные носовые отверстия (парные ноздри), внутреннее ухо имеет три полукружных канала. У водных челюстных – рыб – помимо непарных плавников развиваются парные – грудные и брюшные, у наземных челюстноротых они преобразуются в передние и задние конечности (у некоторых могут редуцироваться вторично).
- У водных животных в жаберных щелях образуются жабры, а у некоторых рыб наряду с жабрами формируются легкие (для наземного дыхания). У наземных челюстноротых на ранних стадиях эмбрионального развития возникают жаберные щели, вскоре зарастающие, но жабры не образуются и органами дыхания становятся легкие.

3.3.2.1. НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)

- Рыбы - наиболее древние первичноводные челюстноротые позвоночные, органами движения которых являются парные и непарные плавники. Они обитают в морской и пресной воде. Рот рыб ограничен челюстями, дыхание осуществляется с помощью жабр, Обонятельные отверстия парные. У всех рыб, кроме двоякодышащих, имеется один круг кровообращения, сердце состоит из предсердия и желудочка. Температура их тела переменная.
- Гидростатическим органом рыб является плавательный пузырь. У многих рыб развиваются органы боковой линии, расположенные в коже. Большинство рыб раздельнополы, но есть и гермафродиты, у них развито икротетание, но есть и живородящие виды.
- В современной фауне насчитываются около 20-22 тыс. видов рыб. Они распространены по всем водоемам земного шара, некоторые приспособились жить в периодически мелеющих и даже полностью пересыхающих водоемах (караси, вьюны, двоякодышащие африканские рыбы и др.). Рыбы населяют водоемы с разной соленостью воды, кроме пересоленных, и с разным температурным режимом, некоторые виды (карась, линь и др.) выдерживают промерзание водоемов, а замечательная калифорнийская рыбка *Syrpinodon macularis* (из карпозубообразных) живет в горячих источниках при температуре воды около 50 оС. Илестые прыгуны, живущие в прибрежных тропических водах и питающиеся насекомыми, способны выходить из воды и ползать или прыгать по илу и наклонным стволам деревьев (передвигаются при помощи хвоста и грудных плавников). Рыбы имеют огромное значение, так как являются ценным пищевым продуктом и техническим сырьем.

- Современных рыб обычно подразделяют на два класса:
 - хрящевые
 - костные.
- Разнообразие заселенных рыбами водных биотопов соответствуют большие различия в величине, форме тела и образе жизни: есть рыбы-великаны (китовая акула имеет длину до 20 м и массу 15-20 т, скат-манта - массу 2-3 т при диаметре 7 м, белуга в Каспийском море достигает длины 5,5 м и весит до 1,5 т и др.) и мелкие (филиппинский бычок достигает - 1,5 см, а морская собачка - 1,2 см). Наряду с китообразными и крупными головоногими моллюсками они завершают цепи питания, являясь конечными (основными) потребителями водных организмов.
- Рыбы имеют разнообразную форму тела, что объясняется условиями их обитания и образом жизни. Большинство рыб имеет обтекаемую форму тела, сплюсненную с боков. Но есть рыбы (придонные), имеющие тело, сплюсненное в дорзовентральном (спинно-брюшном) направлении. Быстро плавающие рыбы (лососи, судаки, акулы) имеют удлинненное, торпедообразное тело.
- Движение рыб осуществляется за счет изгибания тела и с помощью парных и непарных плавников. Основания плавников достаточно подвижно соединяются с осевым скелетом (в некоторых случаях прикрепляются к отросткам позвонков). Наружные лопасти плавников поддерживаются костными или хрящевыми плавниковыми лучами. Последние могут быть жесткими нерасчлененными или мягкими членистыми, мягкие лучи бывают ветвистыми. Парных плавников две пары: грудные и брюшные. Грудные плавники расположены за жабрами, а вторые - в разных местах брюшной поверхности. У немногих видов рыб брюшные плавники редуцируются. Парные плавники поддерживают тело рыбы в горизонтальном положении и служат рулями поворота и погружения на глубину.
- Брюшные плавники, например у бычков, срослись и образуют присоску, при помощи которой рыбы удерживаются на дне. Очень длинные грудные позвонки летучих рыб образуют несущие плоскости, на которых они планируют над водой. В поступательном движении рыб основную роль играет хвостовой плавник. Одновременно он служит рулем поворота и участвует в погружении животного. Спинные и анальные плавники являются в основном стабилизаторами направления движения, но участвуют и при поворотах тела рыб. Лещ движением длинного анального плавника может наклонять передний конец тела вниз, что необходимо ему в поиске пищи. Щуке отодвинутые к заднему концу тела спинной и анальный плавники помогают сделать стремительный бросок на добычу из засады. Рыба удильщик с помощью удлинненного переднего луча спинного плавника привлекает добычу. Плавники рыб выполняют много разнообразных функций, которые определяются особенностями существования вида.

Покровы

- Покровы рыб образованы кожей, состоящей из многослойного эпителия и подстилающего волокнистого соединительнотканного кориума. Эпидермис содержит многочисленные железы, выделяющие слизь, уменьшающую трение и защищающую от проникновения инфекций. Тело рыб покрыто чешуей (у большинства рыб), имеющей разное строение. У акул и скатов чешуя плакоидного типа (содержит дентин и эмаль, в середине чешуи есть полость), на челюстях чешуи видоизменены в зубы. У осетровых рыб по хребту, бокам и границе боков и брюха расположены 5 рядов костных пластинок - жучков, а

хвост покрыт ромбической ганоидной чешуей (костная пластинка, покрытая дентиноподобным веществом - ганоином), характерной для древних и ряда костных рыб.

- Костистые рыбы покрыты костной чешуей, чаще всего, имеющей вид тонких, налегающих друг на друга пластинок различной формы. Пластины в коже сидят наклонно, образуя в большинстве случаев правильные ряды. При неравномерном росте рыбы в течение года на чешуйках образуются концентрические кольца: широкие соответствуют интенсивному росту рыбы, узкие образуются в сезон замедления роста. По кольцам на чешуе можно определить возраст рыбы. У некоторых рыб (окунеобразных, например) по краю чешуйки развиты зубчики. Иногда чешуя рыб видоизменена в шипы, иглы, костные щитки и другие образования.
- Клетки нижних слоев эпидермиса и клетки кориума содержат пигменты, придающие рыбам разнообразную окраску, определяемую условиями существования. Серебристая окраска и металлический блеск чешуи обусловлены наличием иглистых кристаллов особого вещества - гуанина, способного отражать падающий свет.

Опорно-двигательная система

Строение скелета рыб связано с уровнем их организации. У более древних (осетровых, двоякодышащих и некоторых других) рыб в течение всей жизни сохраняется хорда, а позвонки представлены только хрящевыми дугами, у костистых - остатки хорды сохраняются только между позвонками (у взрослых форм), у хрящевых (акулы, скаты) - скелет хрящевой, череп, позвоночник и пояса плавников в основном хрящевые, но хрящевой череп покрыт панцирем из плоских накладных костей, кости имеются и в поясе грудных плавников, у костистых рыб скелет состоит в основном из костных элементов.

- Скелет рыб состоит из черепа, позвоночника, связанных с ним ребер, костей и хрящей плавников и их оснований. Череп подразделяется на мозговой и висцеральный отделы. Последний образован костными или хрящевыми челюстями, подъязычной дугой и жаберными дугами. У большинства рыб жаберы прикрыты жаберными крышками (жаберные крышки отсутствуют у акул и скатов). Позвонки хрящевых и костных рыб двояковогнуты, их верхние дуги образуют спинномозговой канал, а нижние дуги хвостовых позвонков - канал, в котором располагаются кровеносные сосуды. Позвонки туловища рыб имеют парные ребра, свободно оканчивающиеся в мускулатуре стенок тела, их хвостовые позвонки ребер не несут.
- У хрящевых и костных рыб поперечнополосатая соматическая мускулатура отчетливо сегментарна и состоит из мышечных сегментов, имеющих сложную форму и образующих группы (глазные, наджаберные, поджаберные, мышцы парных плавников). Гладкие мышцы окружают пищеварительную трубку рыб. В отличие от хрящевых рыб, содержание мочевины в мышцах костных рыб ничтожно низкое (0,0005-0,02%).

Нервная система и органы чувств

- Нервная система рыб развита лучше, чем у круглоротых, что связано с более подвижным образом жизни. Тем не менее головной мозг рыб невелик: у крупных щук он составляет лишь 1/1300, а у акул - 1/3700 массы тела. Головной мозг представлен передним, промежуточным, средним, продолговатым мозгом и мозжечком. У костных рыб в целом он крупнее, чем у хрящевых, передний мозг относительно невелик; промежуточный - относительно большой, имеет эпифиз и гипофиз; средний мозг у большинства костных рыб по размерам

превышает остальные отделы мозга и прикрывает промежуточный, имеет зрительные доли, в которых проходит обработка зрительных восприятий, в нем расположены центры связи с мозжечком, продолговатым и спинным мозгом. У подвижных видов рыб хорошо развит мозжечок, он частично налегает на средний мозг и прикрывает полностью продолговатый мозг. У малоподвижных рыб относительные размеры мозжечка меньше. Мозжечок координирует работу мускулатуры, ведает координацией движения и сохранения равновесия, осуществляет связь восходящих путей спинного и продолговатого мозга и нисходящих путей среднего мозга. Передний мозг рыб играет роль обонятельного центра, не образует полушарий (кроме двоякодышащих, у которых передний мозг крупнее остальных отделов) и участвует в координации движений, его удаление приводит к потере рефлекса на восприятие запахов. Продолговатый мозг рыб удлиннен, он - центр регуляции рефлекторной деятельности спинного мозга и вегетативной нервной системы, координирующий работу скелетно-мышечной, кровеносной, дыхательной, пищеварительной и выделительной системы.

- От головного мозга рыб отходит десять пар головных нервов. Спинной мозг расположен в канале, образованном верхними дугами позвонков. Автономность функционирования спинного мозга у костных рыб выражена слабее, чем у хрящевых: обезглавленные акулы под действием сильных стимуляторов могут совершать ненаправленные движения.

Органы чувств

- Органы чувств рыб приспособлены к восприятию раздражений в водной среде, поэтому важную роль играют органы, реагирующие на химическое воздействие - обоняние, вкус. Обонятельные органы имеют вид пары полостей, открывающихся наружу двумя ноздрями, они не соединены с ротовой полостью или глоткой хоанами. Внутри ноздрей располагается чувствительный эпителий (ослепленный налим способен обнаружить червя по запаху на расстоянии 30 см, но не находит его даже на расстоянии 1 см, если закрыты ноздри).
- Покровы рыб, усики, иногда удлинненные лучи парных плавников несут осязательную функцию. Органами вкуса рыб являются вкусовые сосочки, расположенные на губах и в ротовой полости. Вкусовые сосочки могут также располагаться в покровах усиков и других местах тела. Экспериментально доказано, что рыбы способны различать сладкое, соленое, кислое и горькое. Своеобразным органом чувств рыб является боковая линия (сеймосенсорные органы). Канал боковой линии у большинства рыб располагается вдоль средней линии тела в толще кожи. Он сообщается с внешней средой рядом пор, расположенных в чешуе. В стенках канала находятся окончания нервных волокон блуждающего нерва. Органы боковой линии воспринимают движение и давление воды, а также низкие звуки. У ряда рыб органов боковой линии нет, их заменяют особые каналца, которые, например у сельдей, находятся на голове. Органы осязания, расположенные в покровах рыб, способны воспринимать и механические раздражения, терморцепторы также располагаются в коже. Рыбы способны улавливать изменения магнитного и электрического полей. Среди рыб есть виды, имеющие специальные электрические органы, иногда большой мощности (скаты, звездочеты, электрический сом). Электрический орган используется рыбами как орган зрения, ориентации, защиты и нападения.

- Зрение рыб - средство ближней ориентации и связи в стаях. Их глаза приспособлены к видению на близком расстоянии, что обусловлено относительно малой прозрачностью воды. Глаза обладают плоской роговицей и шаровидным хрусталиком, подвижных век нет, аккомодация осуществляется (настройка на резкость) передвижением хрусталика вглубь. У многих костных рыб сетчатка смешанная, т.е. содержит и палочки, и колбочки. Количество палочек и колбочек и их соотношение в сетчатке разных видов рыб варьируется. Большинство костных рыб имеют цветное зрение, глаза используются для ближней ориентации (близорукие) - в основном до 1 м, но не далее 10-15 м. Рыбы различают как форму, так и цвет окружающих предметов. У видов, ведущих дневной активный образ жизни, в сетчатке глаза частично преобладают колбочки, воспринимающие цвета. У сумеречных рыб (а также у глубоководных), наоборот, в сетчатке глаза больше палочек (у части колбочек нет вовсе). У рыб наблюдается положительный и отрицательный фототаксис, обусловленный условиями существования.
- Орган слуха и равновесия у рыб представлен только внутренним ухом, заключенным в хрящевую капсулу, наружные стенки которой окостенели. Располагается он в черепе. Перепончатый лабиринт внутреннего уха образован лежащими во взаимноперпендикулярных плоскостях тремя хорошо развитыми полукружными каналами, отходящими от овального мешочка (вестибулярный аппарат или орган равновесия). Ниже располагается круглый мешочек, заполненный эндолимфой и имеющий полый вырост - лагены. Этот круглый мешочек собственно и является органом слуха. В полости лагены, круглого и овального мешочков лежат отолиты, или слуховые камешки, образованные кристалликами углекислой извести. Улитка у рыб не развита. У костных рыб отолиты прикреплены к вершинам ресничек чувствительного эпителия, выстилающего внутреннее ухо. При изменении положения тела животного давление и натяжение ресничек отолитами меняется, что и воспринимается клетками эпителия.
- Костные рыбы воспринимают звуковые волны частотой от 16 до 12 000 Гц. В воде звуки распространяются со значительно большей скоростью, чем в воздухе (около 1 500 м/с против 33 м/с) и на большие расстояния, поэтому звуковая ориентация для рыб очень важна. Рыбы способны и сами издавать разнообразные звуки, имеющие определенное значение. Звуки возникают при плавании, дыхании, еде (скрипучие, скрежещущие и др.) и имеют важное сигнальное значение. Особенно разнообразны звуки, издаваемые с помощью плавательного пузыря (хлопки, свист, ворчание и т.д.). Частоты издаваемых рыбами звуков лежат в пределах 20-12 000 Гц, т.е. в пределах чувствительности их слухового аппарата. Наиболее разнообразные акустические сигналы свойственны сумеречным и придонным рыбам со сложной популяционной структурой. Расшифровка этих звуков позволяет использовать их для обнаружения косяков рыб.

Пищеварительная система

Пищеварительная система костных рыб устроена более сложно, чем хрящевых, что сопряжено с различием в потребляемой пище. Пищеварительный тракт рыб делится на три отдела: передний (ротовая полость, глотка и пищевод), средний (желудок, тонкая кишка, пищеварительные железы, печень и поджелудочная железа) и задний (задняя кишка).

- У рыб различают три вида рта:
 - хватательный, когда челюсти имеют острые зубы (хищные рыбы),

- дробящий - с тупыми большими зубами (зубатка и др.),
- всасывающий - в виде трубки для всасывания пищи (лещ и др.).
- Рот может располагаться на нижней стороне головы; верхний рот выдается за конец верхней челюсти и характерен для рыб, питающихся падающими в воду насекомыми и мелкими животными, обитающими в верхних слоях воды. У большинства рыб зубы расположены на челюстях и на верхнем небе, у некоторых - в глотке и других местах, у цельноголовых развиты зубные пластины, у карповых зубов нет, но на последней жаберной дуге у них находятся костные выросты, вдающиеся в полость глотки - глоточные зубы.
- У планктоноядных рыб (сельди, сиви, толстолобики и др.) жаберные тычинки образуют цедильный аппарат, задерживающий из воды, проходящей через жабры, мелкие организмы, короткий пищевод ведет в желудок. У карповых желудка нет. Длина кишечника рыб зависит от характера пищи: у хищных рыб он значительно короче, чем у растительноядных. У ряда рыб в кишечнике образуются особые выросты - пилорические придатки, увеличивающие всасывательную поверхность кишки. Печень и поджелудочная железа вместе с железами кишечника выделяют ферменты, способствующие перевариванию пищи, слюнных желез у рыб нет.
- Плавательный пузырь, имеющийся у костных рыб (его нет у акул и других хрящевых рыб, которые тонут, если не будут находиться в движении) как вырост глотки еще у эмбрионов, расположен в спинной части тела. У некоторых рыб он остается связанным каналом с глоткой в течение всей жизни (открытопузырные), у других эта связь нарушается через несколько дней после выклева (закрытопузырные). Плавательный пузырь - тонкостенный полый орган различной формы и строения, наполненный газом. Изменение объема плавательного пузыря влечет изменение удельного веса рыбы, что облегчает ее пребывание в различных слоях толщи воды. Объем газа в пузыре регулируется выделением его из крови с помощью особого сплетения капилляров кровеносных сосудов - так называемого красного тельца и сети капилляров в стенках пузыря. Плавательный пузырь отсутствует у донных рыб и рыб, совершающих быстрые вертикальные перемещения (у акул, например).

Дыхательная система

Основные органы дыхания рыб - жабры. У акул и скатов жаберные щели разделены межжаберными перегородками и открываются наружу отдельными отверстиями. На передней и задней стенках жаберных перегородок находятся жаберные лепестки, имеющие густую сеть кровеносных сосудов. У костистых рыб в отличие от хрящевых образуются подвижные костные жаберные крышки, у них редуцированы межжаберные перегородки и жаберные лепестки сидят попарно на жаберных дугах, жаберные полости не разделены перегородками и прикрыты сверху жаберными крышками. Газообмен между водой и кровью в жаберных лепестках осуществляется с помощью многочисленных капилляров. Через жабры удаляется углекислый газ и некоторые продукты метаболизма (мочевина, аммиак). Жабры участвуют в солевом и водном обмене. У костных рыб, обитающих в условиях постоянного дефицита кислорода; имеются добавочные органы дыхания: через кожу поступает менее 10% кислорода, (иногда до 20-30%, у вьюнов, илистых прыгунов - до 85%), рыбы могут захватывать кислород ртом; у некоторых сельдевых и сомовых над жабрами в глоточной области развиваются полые камеры с сильно развитой складчатостью, в которых усваивается кислород, захваченный ртом; у ряда карповых (пескарей, щиповок и др.) дыхание осуществляется с помощью участков кишки, где нет пищеварительных желез. В

газообмене рыб участвует и плавательный пузырь. У кистеперых и двоякодышащих (кроме рогозуба) парный плавательный пузырь служит легким. У аквариумных рыбок макроподов имеется особый лабиринтовый аппарат, сообщающийся с глоткой, которым животное заглатывает воздух и где усваивается кислород.

Кровеносная и лимфатическая системы

- Кровеносные системы хрящевых и костных рыб сходны. У всех рыб, кроме двоякодышащих, один круг кровообращения, сердце двухкамерное - предсердие и желудочек. У костных рыб есть венозный синус, из которого кровь поступает в предсердие, а оттуда в желудочек, у двоякодышащих, осетровых, хрящевых и др. от желудочка отходит артериальный конус, имеющий полулунные клапаны, от которого отходит брюшная аорта, несущая кровь к жабрам. От жабер окисленная кровь по жаберным артериям, спинной и сонной артериям поступает в голову и органы тела, а насыщенная углекислым газом кровь направляется к сердцу, предварительно пройдя через почки и печень.
- Количество крови у рыб в сравнении с наземными позвоночными невелико. Эритроциты крови рыб имеют овальную форму и содержат ядра. У рыб, живущих в водоемах, бедных кислородом, или в среде с его резкими колебаниями, гемоглобин крови способен поглощать кислород даже при малом его содержании, тогда как у рыб, обитающих в среде, богатой кислородом, гемоглобин может связывать кислород только при значительном его количестве.
- Кроветворные органы рыб - селезенка и соединительная ткань почек. Лимфатическая система костистых рыб слагается из парных сосудов, располагающихся по бокам спинной аорты, и сети мелких сосудов, принимающих лимфу из тканей тела и направляющих ее в спинные сосуды. Лимфатических желез у рыб нет.
- Наиболее своеобразна кровеносная система двоякодышащих рыб. Поскольку у них развивается легочное дыхание наряду с жаберным, в предсердии и желудочке появляется неполная перегородка. В левую половину попадает кровь из легких, а в правую открывается венозная пазуха. Перегородка затрудняет перемешивание крови в предсердии. Первой из желудочка выходит артериальная кровь, которая доокисляется в жабрах и направляется к голове и органам. Венозная кровь из правой части предсердия также доокисляется в жабрах и частично, через легочную артерию попадает в легкие. Большой и малый круг у двоякодышащих мало разобщены. Это делает возможным одновременное использование жаберного и легочного дыхания. При достаточном содержании кислорода в воде газообмен происходит в жабрах, легкое не функционирует, получая артериальную кровь.

Выделительная система

- Органами выделения рыб являются парные почки. Они не только выводят продукты распада, но и обеспечивают физико-химическую устойчивость организма - осмотическое давление и кислотно-щелочное ионное равновесие. Парные мезонефрические (туловищные) почки лежат ниже позвоночного столба. Мочеточники правой и левой почек сливаются, образуя мочевой пузырь, открывающийся мочевым отверстием (у двоякодышащих - в клоаку). У пресноводных рыб хорошо развиты боуменовы капсулы, у морских костных рыб они меньше, а у некоторых рыб они редуцированы (агломерулярные почки). В выведении продуктов распада участвуют, кроме почек, кожа, жаберный

аппарат, пищеварительная трубка, печень. Конечным продуктом распада азотистых веществ является аммиак.

- Выделение продуктов распада у рыб тесно связано с водно-солевым обменом, обеспечивающим постоянство внутренней среды. У морских и пресноводных рыб эти процессы протекают различно. Пресноводные рыбы живут в гипотонической среде (осмотическое давление в их тканях выше осмотического давления пресной воды), поэтому вода проникает постоянно через кожу внутрь и организму рыбы грозит «обводнение». Через почки лишняя вода выводится, потери солей при этом компенсируются активной реабсорбцией солей в почечных канальцах и поглощением солей жабрами из внешней среды, часть солей поступает с пищей. В море рыбы находятся в гипертонической среде, грозящей им «иссушением» вследствие потерь воды через кожу, жабры, с мочой и фекалиями; некоторое повышение осмотического давления в крови и тканях по сравнению с пресноводными рыбами не может предотвратить эти потери. Поэтому у рыб возник свой механизм регуляции: уменьшилось число клубочков в почках (а у части видов они совсем исчезли), и стало выделяться мало мочи, а железистые клетки почечных канальцев увеличили выброс мочевины и других продуктов азотистого обмена. Выделяют соли и жаберные лепестки. Морские костистые рыбы пьют морскую воду, а избытки солей, поступившие при этом в организм, удаляют через жабры и каловые массы. У хрящевых морских рыб выработался механизм удержания воды в организме за счет повышения содержания в крови мочевины и некоторых солей. Это позволяет хрящевым рыбам повысить общее осмотическое давление крови и тканей и практически уравнивать его с осмотическим давлением окружающей среды.

Размножение, развитие и регенерация

- Рыбы, как правило, раздельнополы, но есть среди них и гермафродиты (морской окунь). Яичники самок содержат большое количество фолликулов, в каждом из которых развивается яйцо. У акул, скатов, осетровых рыб созревшие яйца из яичников выпадают в полость тела и увлекаются движениями ресничек в воронки яйцеводов, которыми являются мюллеровы каналы. У акул и скатов оплодотворение происходит в половых путях самки, куда сперма вводится с помощью копулятивного аппарата.
- У костистых рыб в процессе развития сначала атрофируются, а затем образуются вторично яйцеводы, одним концом срастающиеся с яичником, а другим - открывающиеся наружу. У некоторых лососевых яйца выпадают из яичников в полость тела, а оттуда выходят наружу через особые половые поры на брюхе. Оплодотворение у рыб в большинстве случаев наружное, у немногих видов оно внутреннее. Для многих акул и скатов характерно яйцеживорождение: оплодотворенные яйца задерживаются в маточных частях яйцеводов, а развитие яйца происходит за счет энергетических запасов самого яйца. Но у некоторых акул и скатов наблюдается настоящее живорождение, когда между зародышем и материнским организмом возникают тесные связи - развитие своеобразной плаценты. Голомянки Байкала отрождают в момент икрометания уже личинок.
- Плодовитость у рыб в среднем много выше, чем у наземных позвоночных, что определяется высокой смертностью, особенно гибелью икры и мальков. Больше икры всего выметывают пелагические виды рыб. Развитие у большинства рыб идет с превращением - из яйца выходит личинка,

отличающаяся от взрослого организма. Сначала личинка питается остаточным желтком, а позже переходит на активное питание. У некоторых рыб личинки имеют наружные жабры, впоследствии исчезающие.

- Ряду рыб свойственна забота о потомстве. Плодовитость таких рыб обычно сокращается. Рыбы могут вынашивать икру в ротовой полости (мелкие сомовые). У самцов морских игл и коньков (колюшкообразные) на нижней стороне тела развивается образованная складками выводковая сумка, в которую самка откладывает несколько десятков яиц. Молодь первое время держится рядом с самцом, при опасности скрываясь в сумке. Некоторые рыбы строят гнезда и охраняют их (колюшка). Лососевые рыбы закапывают икру в галечный грунт и несколько дней охраняют гнездо. Ряд рыб после икрометания гибнет (моноциклические виды - тихоокеанские лососи, речной угорь и др.), большинство рыб полициклически, т.е. размножаются несколько раз в жизни.
- Размножение многих рыб связано с нерестовыми миграциями - переход с места нагула в место размножения. Лососевые, некоторые карповые и осетровые рыбы кормятся в морях, а нереститься идут в пресные воды. Речные угри, наоборот, живут в реках, а нереститься уходят в Саргассово море. Это - проходные рыбы. Часть рыб совершают более короткие миграции - для нереста спускаются в устье реки или же, как, например норвежская сельдь, для нагула уходят в море, а нерестятся вблизи побережья.

Экология

Есть рыбы, обитающие в толще воды, - пелагические рыбы. Они, как правило, хорошие пловцы (тунцы, акулы, судак, сики и др.). Донные рыбы, обитающие на бентали, обычно менее подвижны - сом, стерлядь, камбала, бычки и т.д. Третьи - литоральные виды (прибрежная зона) часто имеют приспособления, помогающие им удерживаться на грунте во время прилива (карповые, морские собачки и др.).

Природное и хозяйственное значение

- Рыбы завершают многие цепи питания, в связи с чем их роль в регуляции потоков энергии и круговороте веществ исключительно велика. Вода занимает около 72% поверхности земного шара, в определенные периоды в ней развивается огромное количество фитопланктона, за счет которого живет зоопланктон. Оба они служат пищей планктоноядным рыбам и молоди почти всех других рыб. Многие донные рыбы питаются беспозвоночными животными (червями, моллюсками, ракообразными, иглокожими и др.). Крупные рыбы поедают более мелких, в свою очередь рыбами питаются другие обитатели вод (медузы, паразитические черви, головоногие моллюски и др.), а ими питаются представители всех классов позвоночных животных.
- За счет рыбного промысла человечество получает до 40% животных белков. Из отходов рыбного промысла вырабатывают рыбную муку и другие корма для сельскохозяйственных животных. Из печени некоторых видов рыб (тресковых, акул) получают лечебный и технический жир. Из плавников акул, плавательного пузыря осетровых и других рыб вырабатывают ценный клей. Из чешуи ряда видов рыб изготавливают искусственный жемчуг.
- Огромное значение имеет программа по улучшению и расширению рыбоводства в специальных рыбоводных хозяйствах для получения этих продуктов питания в течение года. Для рационального ведения рыбоводства существуют меры по акклиматизации ценных промысловых пород рыб, расширению сети рыбоводных заводов для разведения и сохранения наиболее ценных промысловых рыб: лососей, белорыбицы, сигов, осетровых, ряда карповых. Особенно это необходимо в условиях усиливающего антропогенного

воздействия, приведшего к сильнейшему загрязнению водной акватории и созданию условий, в которых многие ценные рыбы не могут развиваться и давать полноценное потомство.

3.3.2.1.1. КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (CHONDRICHTHYES)

Хрящевые рыбы - древняя группа животных, обладающих хрящевым скелетом, кожа их покрыта плакоидной чешуей или голая. В основном морские виды (лишь некоторые живут в пресных водах). Ныне живущие хрящевые рыбы разделяются на два подкласса: пластинчатожаберные - акулы и скаты - и цельноголовые - химеры. Химеры - редкие морские животные, не имеющие практического значения.

3.3.2.1.1.1. Подкласс Пластинчатожаберные (Elasmobranchii) в современной фауне представлен акулами и скатами.

- Передний конец морды рыб вытянут в более или менее выраженное рыло - рострум, рот расположен на нижней стороне головы, верхняя лопасть хвоста значительно больше нижней - в нее заходит конец позвоночника, с каждой стороны тела открывается по 5-7 жаберных щелей, обычно есть брызгальце - остаток щели между челюстной и подъязычной дугами, жаберные лепестки имеют вид пластин, расположенных на кожистых межжаберных перегородках между щелями (отсюда и название подкласса), желудочек сердца имеет артериальный конус, а кишечник - спиральный клапан, плавательного пузыря нет, видимо, у всех внутреннее оплодотворение (яйца крупные в плотной рогоподобной капсуле), у многих видов развивается яйцеживорождение и даже живорождение (редко). Акулы - превосходные пловцы, их тело имеет торпедообразную форму с сильно развитым хвостом. В основном, акулы - хищники, некоторые опасны для людей.
- Скаты обитают на дне морей, имеют округлое тело, но не имеют плакоидных чешуй и шипов. Скаты-орляки прекрасно плавают и питаются не только донными животными, но и пелагическими. Электрические органы скатов расположены по бокам головы. Напряжение при разряде может достигать 60-300 вольт при силе тока до 5 ампер. Скаты яйцеживородящи или живородящи. Гигантская манта (или морской дьявол) достигает в диаметра 7 м и массы 2 т. Мясо акул и скатов вполне съедобно. Акулы служат объектом промысла, кожа крупных видов используется в кожевенном производстве. Из печени акул получают технический рыбий жир.

3.3.2.1.2. КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ (OSTEICHTHYES)

Подавляющее большинство рыб относится к классу Костных рыб. По обилию видов - около 20 тыс. - это самый многочисленный класс позвоночных (и хордовых) животных. Скелет рыб полностью или частично состоит из костных элементов, в коже развиваются ганоидные, космоидные или костные чешуи (у некоторых видов редуцируются), но никогда не бывает плакоидных чешуй, жаберные щели прикрыты костными жаберными крышками, оплодотворение обычно наружное.

3.3.2.1.2.1 Подкласс Лучеперые (Actinopterygii)

Лучеперые - богатый видами подкласс рыб, обитающих в водоемах всех типов: от глубоких морей и соленых озер до ручьев и подземных источников. Чешуя рыб ганоидная или костная, у некоторых чешуи сливались и образовывали костные

пластинки, а у некоторых кожа голая. Хорошо развитая хорда сохранилась лишь у немногих видов, обычно рыбы имеют костные позвонки. У лучеперых развит плавательный пузырь, у немногих видов он вторично редуцируется.

3.3.2.1.2.1.1. Надотряд КОСТНО-ХРЯЩЕВЫЕ. Это рыбы с удлинённым, уплощённым снизу телом, вдоль которого по хребту, бокам и границе боков и брюха тянутся пять рядов костных пластинок - жучек, голова их с удлинённым рылом (рот расположен на нижней стороне головы), хвостовой плавник неравнолопастной, парные плавники горизонтальные, скелет, в основном, хрящевой, череп хрящевой, однако покрыт костным панцирем, имеются кости в поясах парных грудных плавников, осевым скелетом является хорда, сердце имеет артериальный конус, а кишечник - спиральный клапан. Надотряд представлен семейством осетровых - осетр, белуга, севрюга, стерлядь и др. Большинство рыб обитает в морях, особенно их много в Каспийском море. Стерлядь, лопатоносы и др. постоянно обитают в реках и озерах. Для всех осетровых характерно размножение в реках весной и летом. Мясо и особенно икра осетровых - высокоценные продукты питания.

3.3.2.1.2.1.2. Надотряд КОСТИСТЫЕ. Форма тела костистых разнообразна, обычно оно покрыто костной чешуей, верхняя и нижняя лопасти хвоста примерно одинаковой величины и формы, грудные плавники обычно вертикальные, скелет костный, хорда у взрослых особей более или менее редуцирована, нет артериального конуса в сердце и спирального клапана в кишечнике. Многие костистые рыбы имеют промысловое значение: сельдевые, лососевые, карповые, сомовые, щуковые, угревые, окуневые, камбаловые, тресковые.

Карповые рыбы - основной объект рыбного промысла наших внутренних водоемов - рыбец, шеман, кутум, вобла, тарань (проходные), сазан, карась, лещ, язь, жерех, голавль, линь (пресноводные). Основным видом рыб, разводимых в рыбоводных прудах, является карп.

3.3.2.1.2.2. Подкласс Кистеперые (Crossopterygii)

- В 1938 г. у берегов Южной Африки была поймана неизвестная рыба, которую зоолог Дж.Л.Б. Смит определил как целаканта и назвал *Latimeria chalumne Smith* (в честь хранительницы музея Куртенэ-Латимер, обнаружившей рыбу в улове тральщика). Оказалось, что латимерии живут у Коморских островов (между Мадагаскаром и Африкой) на глубинах до 300 м. Эти крупные малоподвижные рыбы ведут придонный образ жизни, имеют мощный хвост и сильные подвижные парные плавники. Выловлены экземпляры рыб длиной от 1,0 до 1,8 м и массой 19,5 - 95 кг.
- Выловленные латимерии, видимо, мало отличаются от ископаемых целакантов мезозоя. Они обладают хорошо развитой хордой, их головной мозг занимает не более 1/100 объема мозговой коробки, заполненной в основном жироподобной массой, плавательный пузырь, подобно легким двоякодышащих, отходит от брюшной стороны начальной части пищевода, он заметно редуцирован, в кишечнике хорошо развит спиральный клапан, а в сердце - артериальный конус. Латимерии яйцеживородящи, они типично реликтовый вид.
- Для кистеперых характерно наличие покровных окостенений, степень окостенения черепа варьирует. Мозговой череп делится на две части - обонятельную и собственно мозговую. У рыб хорошо развиты вторичные челюсти, зубы сильные, острые. У кистеперых основанием каждого из парных плавников служит мясистая, вытянутая, покрытая крупной чешуей лопасть, на конце которой располагаются лучи плавника. Расположение скелетных

элементов внутри основной лопасти плавника несколько напоминает расположение костей пятипалых конечностей наземных позвоночных. Сходство строения скелетных элементов плавников с конечностями наземных позвоночных и наличие легочного дыхания наряду с жаберным (у ископаемых форм) дает основание предполагать близость древних кистеперых рыб к предкам четвероногих наземных позвоночных. Древние кистеперые могли переползать с помощью мощных парных плавников по дну водоема. Видимо, уже в середине девона от одной из пресноводных групп кистеперых отделились примитивные земноводные.

3.3.2.1.2.3. Подкласс Двоякодышащие

- Двоякодышащие известны с палеозоя. Вероятно, они обособились от каких-то примитивных кистеперых еще в нижнем девоне. В подклассе много вымерших видов животных. В настоящее время известно несколько пресноводных рыб, обитающих в мелких, пересыхающих водоемах: в Африке - протоптерус, в Южной Америке - лепидозирен, в Австралии - неоцератод и др.
- Хорда у рыб сохраняется в течение всей жизни, мозговой отдел черепа хрящевой, покровные кости немногочисленны, зубы обычно сливаются в две-три пары зубных пластинок. Наиболее характерная черта двоякодышащих - наличие одного или двух тонкостенных, сообщающихся каналом с глоткой, мешкообразных легких. Когда водоемы пересыхают, двоякодышащие зарываются в ил и впадают в состояние оцепенения, дыша воздухом с помощью легких. У них в связи с легочным дыханием развился второй круг кровообращения, а сердце (в основном предсердие) разделено неполной перегородкой.
- Существующие виды рыб являются реликтовыми формами.

3.3.2.2 НАДКЛАСС ЧЕТВЕРОНОГИЕ

3.3.2.2.1. КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ (АМФИБИИ)

Земноводные, или амфибии - первые наземные позвоночные, еще сохранившие связь с водной средой. У большинства яйца (икра) лишены плотных оболочек и могут развиваться только в водной среде, личинки ведут водный образ жизни (во время метаморфоза у них формируются признаки взрослых организмов и они ведут уже наземный образ жизни).

Взрослые земноводные имеют четыре пары конечностей с шарнирными суставами. Их череп достаточно подвижно сочленяется с шейным позвонком двумя мышечками. Для земноводных характерно срастание небно-квадратного хряща с мозговой коробкой, а верхний элемент подъязычной дуги - подвесок у них превратился в косточку среднего уха - стремечко. Тазовый пояс нижних (задних) конечностей животных прицелился к тазовому позвонку. У земноводных два круга кровообращения, не полностью разобщенные: в сердце два предсердия и один желудочек. Их глаза имеют подвижные веки. У взрослых земноводных органы боковой линии исчезают, но увеличивается передний мозг и развиваются два полушария, а в его крыше появляются нервные клетки. Уровень метаболизма

у земноводных выше, чем у рыб, но температура тела все еще зависит от температуры окружающей среды и ее влажности.

Несовершенство приспособлений к жизни на суше сказывается у амфибий на строении и функционировании всех систем органов. Органами выделения, как и у рыб, являются туловищные (мезонефрические) почки и кожа.

Земноводные - самый малочисленный класс позвоночных, включающий лишь 2 100 видов, представленных тремя отрядами: хвостатых, безногих и бесхвостых. Земноводные произошли от пресноводных кистеперых рыб, обособление началось в верхнем девоне. Палеозойских земноводных называют стегоцефалами, или панцирноголовыми. Парные конечности стегоцефалов были относительно слабыми. В середине каменноугольного периода обособились первые пресмыкающиеся, которые обитают в тех же биотопах, что и земноводные. Они вытеснили земноводных из освоенных мест обитания. Дальше уцелели земноводные с преимущественно водным образом жизни. В холодных районах земноводные имели преимущества перед пресмыкающимися: их водные личинки лучше обеспечены пищей, чем молодь на суше, они могут при неблагоприятных условиях зимовать, проходя метаморфоз лишь на следующее лето. Заняв такие относительно малочисленные места обитания, уцелевшие группы животных дали начало трем отрядам современных земноводных.

Отряд БЕСХВОСТЫЕ. Объединяет около 1 800 видов животных, приспособившихся к передвижению на суше с помощью удлинённых задних конечностей. Это лягушки, жабы, чесночницы, жерлянки, квакши и др. Бесхвостые распространены всюду, кроме Антарктиды. Бесхвостые амфибии имеют короткое, уплощенное в дорзовентральном направлении тело (длина 3-25 см).

3.3.2.2.1.2. Отряд ХВОСТАТЫЕ. Эти земноводные более примитивны, их всего около 280 видов, к ним относятся всевозможные саламандры и тритоны, распространенные почти исключительно в северном полушарии. Хвостатые амфибии имеют удлиненное, слегка сплющенное или сжатое с боков тело с небольшой головой, длинным хвостом и короткими конечностями (10-30 см).

3.3.2.2.1.3. Отряд БЕЗНОГИЕ объединяет примерно 55 видов тропических червяг, большинство из которых ведет подземный образ жизни. Полагают, что это самые древние земноводные, сохранившиеся благодаря роющему образу жизни. Безногие имеют лишенное конечностей червеобразное тело с маленькой головкой. Длина тела от 30 до 120 см.

Покровы

Кожа земноводных голая с многочисленными железами, которые выделяют слизь, предохраняющую животных от высыхания. Кожа участвует в газообмене. Железы также выделяют ядовитые или раздражающие вещества (жерлянки, жабы, некоторые саламандры) и сигнальные вещества. Кожа содержит пигменты, обеспечивающие разную окраску. Степень ороговения эпидермиса у разных видов не одинакова. У безногих в коже разбросаны костные чешуйки. Утолщенная кожа на концах пальцев ороговела, образовав когти (шпорцевая лягушка, когтистый тритон). У жаб на спине роговой слой составляет 60% всей толщины эпидермиса.

Опорно-двигательная система

- Бесхвостые земноводные по суше передвигаются прыжками, отталкиваясь задними конечностями. Коротконогие жабы помимо прыжков могут медленно

шагать. В воде бесхвостые могут плавать, энергично работая задними конечностями.

- Осевого скелет земноводных состоит из позвонков и подразделяется на четыре отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. В шейном и крестцовом отделах по одному позвонку. Туловищных позвонков у бесхвостых семь, хвостовые позвонки (примерно 12) сливаются в единую косточку - уростиль. У хвостатых 13-62 туловищных и 22-36 хвостовых позвонков. У безногих общее число позвонков доходит до 200-300. Шейный позвонок обеспечивает некоторую подвижность головы, а к крестцовому позвонку прикрепляется тазовый пояс. У некоторых хвостатых земноводных позвонки двояковогнутые и между ними сохранились остатки хорды. У большинства же амфибий они либо выпуклые спереди и вогнутые сзади, либо, наоборот, вогнутые спереди и выпуклые сзади. Туловищные позвонки имеют хорошо развитые поперечные отростки, к которым у хвостатых прикреплены короткие ребра. У большинства бесхвостых ребра почти не развиваются и сливаются с отростками (поэтому у них нет грудной клетки).
- Череп земноводных в основном хрящевой, с небольшим числом накладных (вторичных) и основных (первичных) костей. Вследствие перехода с жаберного дыхания на легочное видоизменился скелет жаберной области, он преобразовался в подъязычную кость, а верхняя часть подъязычной дуги - подвесок, к которому у низших рыб прикрепляются челюсти, у амфибий в связи со срастанием первичной верхней челюсти с черепом превратилась в слуховую косточку - стремечко, расположенное в среднем ухе. Через стремечко колебания барабанной перепонки передаются в полость внутреннего уха.
- Скелет конечностей и их поясов у амфибий складывается из элементов, характерных для пятипалых конечностей наземных позвоночных животных. Их передние конечности состоят из плеча (плечевая кость), предплечья (сросшиеся локтевая и лучевая кости), кисти (запястье и пястье, состоящие из нескольких костей) и фаланг пальцев (у хвостатых четыре пальца, у бесхвостых - четыре пальца и рудимент пятого). Их задние конечности также устроены сходно и состоят из бедра (бедренная кость), голени (сросшиеся большая и малая берцовые кости), стопы, подразделяющейся на предплюсну, плюсну и фаланги пальцев. Две косточки предплюсны удлинились и образовались добавочный рычаг. Задние конечности бесхвостых амфибий имеют пять пальцев и рудимент шестого. Между удлиненными фалангами пальцев находится плавательная перепонка. Удлинение задних конечностей, образование в них добавочного рычага и слияние костей голени обеспечивает возможность быстрых прыжков. У протеев передняя лапа имеет только три, а задняя - два пальца. У безногих передние и задние конечности и их пояса редуцированы.
- Пояс передних конечностей (плечевой) земноводных состоит из лопатки, коракоида (воронья кость), ключицы и грудины. С помощью плечевого пояса передние конечности сочленяются с позвоночником. Мышцы прикрепляются к надлопаточному хрящу. Окостенения в поясе у хвостатых, как и у примитивных бесхвостых, развиты слабо.
- Тазовый пояс амфибий состоит из трех элементов, соединяющихся друг с другом и образующих впадину - место причленения головки бедра (у бесхвостых тазовый пояс почти полностью окостенел), длинные подвздошные кости прикрепляются к тазовому позвонку (крестцовому), небольшие

седалищные кости срастаются, а ниже их лежит лобковый хрящ (у хвостатых седалищные и подвздошные кости невелики).

- Мускулатура земноводных более дифференцирована, чем у рыб, только часть туловищной мускулатуры сохраняет метамерное строение. В связи с развитием конечностей возросла масса их мускулатуры, усложнилась и специализировалась мускулатура ротовой полости (жевательная, языка, дна ротовой полости). Скелетная мускулатура амфибий представлена более 350 мышцами.

Нервная система и органы чувств

- В связи с переходом к наземному существованию у амфибий произошло преобразование центральной нервной системы и органов чувств: у бесхвостых мозг несколько крупнее, чем у хвостатых, заметно увеличиваются размеры переднего мозга, разделившегося на два полушария, образуется первичный мозговой слой, хотя и очень тонкий, развиваются нервные клетки и в боковых стенках. В связи с тем, что земноводные менее подвижны, чем рыбы, мозжечок у них развит слабо, промежуточный мозг лишь слегка прикрыт соседними отделами, имеет эпифиз и гипофиз. По сравнению с рыбами средний мозг амфибий меньших размеров, от головного и спинного мозга отходят нервы ко всем органам тела. Спинномозговые нервы образуют плечевое и пояснично-крестцовое сцепления, иннервирующие передние и задние конечности.

Органы чувств.

- У земноводных усложнилось строение внутреннего уха и образовалось среднее ухо (барабанная полость) со слуховой косточкой. Снаружи среднее ухо ограничено барабанной перепонкой. Оно сообщается с глоткой каналом (евстахиевой трубой), что позволяет уравнивать давление воздуха в нем с давлением внешней среды.
- Органы зрения хорошо развиты у подавляющего большинства земноводных. Лишь у некоторых червяг, подземной саламандры и др. глаза маленькие и слегка просвечивают сквозь кожу или не видны. Роговица глаза амфибий более выпукла, хрусталик имеет форму двояковыпуклой линзы, аккомодация осуществляется перемещением хрусталика с помощью мышечных волокон ресничного тела.
- У животных имеются веки и мигательная перепонка, органы обоняния имеют наружные и внутренние ноздри. У личинок и постоянно живущих в воде земноводных сохранились характерные для рыб органы боковой линии.

Пищеварительная система

Строение пищеварительной системы земноводных почти такое же, как у рыб. Земноводные имеют общую ротоглоточную полость, короткий пищевод, слабо обособленный желудок, который плавно переходит в кишечник, состоящий из задней кишки, открывающейся в клоаку. В ротовой полости расположен язык, прикрепляющийся у лягушек к передней части нижней челюсти, он может выбрасываться изо рта для ловли насекомых. В ротовую полость открываются внутренние ноздри - хоаны, а в глотку - евстахиевы трубы. В проглатывании пищи у лягушек участвуют глаза: захватив ртом добычу, лягушка сокращением мышц втягивает глаза в глубь ротовой полости, проталкивая корм в пищевод. Зубы животных однородны и служат лишь для удержания добычи, в ротоглоточную область открываются слюнные железы, большая печень снабжена желчным пузырем, имеется поджелудочная железа. В клоаку, кроме кишки, открываются проток мочевого пузыря, мочеточники и половые протоки.

Дыхательная система

В связи с выходом на сушу у земноводных развивались наземные органы дыхания - легкие. Легкие земноводных - парные мешки, полые внутри, имеющие складки на внутренней поверхности. Однако поверхность легких невелика: так, у большинства лягушек отношение ее к поверхности кожи равно 2:3, в то время как у млекопитающих поверхность легкого в 50-100 раз больше поверхности кожи. У хвостатых имеется трахея, а у бесхвостых - короткая трахейно-гортанная камера, непосредственно переходящая в легкие. Изменился и механизм дыхания земноводных - он примитивного нагнетательного типа: животное набирает воздух в ротовую полость, открывая ноздри и опуская дно ротовой полости, затем ноздри закрываются клапанами, дно ротовой полости поднимается и воздух проталкивается в легкие (нагнетается). Таким образом, лягушка дышит только с закрытым ртом! Заметное участие в дыхании животных принимает кожа. Так, например, травяная лягушка получает через кожу 33% кислорода, а прудовая - 51%. Личинки земноводных дышат наружными или внутренними жабрами

Кровеносная система

- С развитием наземного дыхания связана перестройка системы кровообращения амфибий. Сердце земноводных состоит из двух предсердий, общего желудочка и артериального конуса, от которого отходит ствол аорты, разделяющийся на три пары артериальных сосудов. Первыми от артериального конуса отходят правая и левая кожно-легочные артерии, распадающиеся на легочную и кожную артерии, затем отходят дуги аорты, от них отходят артерии, снабжающие кровью мускулатуру тела и передних конечностей, на спинной стороне они сливаются в спинную аорту, от которой кровь идет к остальным органам и задним конечностям, последними от артериального конуса отходят сонные артерии, несущие кровь к голове. Мускулистые выросты стенок желудочка образуют ряд сообщающихся между собой камер, что препятствует перемешиванию крови. Сначала из желудочка выходит венозная кровь, идущая к легким и коже, по правой дуге тоже течет венозная кровь, а в левую дугу попадает более окисленная кровь, и, наконец, по сонным артериям идет только окисленная кровь. Такому распределению крови способствует ритмика сокращений предсердий и наличие спирального клапана внутри артериального конуса.
- Венозная кровь от передних отделов тела собирается в парные передние полые вены, куда впадают кожные вены, несущие артериальную кровь от кожи. В заднюю полую вену собирается кровь от задних отделов тела. Задняя полая вена и передние полые вены впадают в правое предсердие, имеющего остатки венозного синуса. Таким образом, в правое предсердие уже попадает частично окисленная кровь за счет крови, поступающей от кожи. В левое предсердие впадает общая легочная вена, несущая от легких кровь насыщенную кислородом. Итак, правое предсердие у земноводных заполняется смешанной кровью, левое - артериальной, по дугам аорты циркулирует смешанная кровь, доставляемая ко всем органам. К голове по сонным артериям доставляется только окисленная кровь. При формировании двух кругов кровообращения одна порция крови проходит через сердце как минимум два раза (а может и больше).
- У личинок земноводных функционирует один круг кровообращения (сходна с кровеносной системой рыб). У земноводных появляется новый орган кроветворения - красный костный мозг трубчатых костей. Кислородная емкость их крови выше, чем у рыб. Эритроциты у амфибий ядерные, но их немного, хотя они достаточно крупные.

- Сохранение у земноводных хладнокровности - следствие особенностей строения их органов дыхания и кровообращения, а также кожных покровов.

Выделительная система

Выход на сушу сказался на характере их водного и солевого обмена и на выведении продуктов азотистого обмена. У земноводных развились туловищные (мезонефрические) почки, лежащие по бокам позвоночного столба в области крестцового позвонка, мочеточники (вольфовы каналы) впадают в клоаку, отверстие на дне клоаки ведет в мочевой пузырь, в который попадает моча, в мочевом пузыре происходит обратное всасывание воды, концентрированная моча выводится из организма, в почечных канальцах также происходит всасывание воды, сахаров, витаминов, ионов натрия (реабсорбция или обратное всасывание), часть продуктов распада выделяется через кожу. У зародышей амфибий функционируют головные почки.

Размножение, развитие и регенерация

- Все земноводные раздельнополы, половые железы парные, два округлых семенника расположены в полости тела близ почек, семявыносящие канальца, пройдя через почку, впадают в мочеточник, представленный вольфовым каналом, который служит для выведения мочи и спермы. У самок большие парные яичники лежат в полости тела. Из полости тела яйца попадают в воронкообразные начальные отделы яйцеводов, открывающиеся в клоаку. У бесхвостых земноводных оплодотворение наружное, у части хвостатых - тоже наружное, а у остальных - внутреннее, как и у безногих. Развитие амфибий происходит со сложным превращением. Личинки земноводных живут в воде, дышат жабрами. У личинок бесхвостых жабры наружные, но вскоре становятся внутренними. Передвигаются личинки с помощью уплощенного хвоста, отороченного плавником. По мере превращения во взрослое животное у земноводных появляются парные конечности, у бесхвостых амфибий редуцируется хвост. Их жаберное дыхание заменяется легочным с развитием второго круга кровообращения. Немногие виды животных способны к яйцеживорождению (африканская живородящая жаба, огненная саламандра и др.). У некоторых хвостатых земноводных встречается неотения - способность личинок к половому размножению, например у тигровой амблистомы, обитающей в Северной Америке (эти личинки носят название солотлей). Ряду земноводных свойственна забота о потомстве (жаба-повитуха, суринамская пипа, южноамериканская квакша-кузнец и др.).

Экология, природное и хозяйственное значение.

- Питаются земноводные мелкими беспозвоночными животными, в первую очередь насекомыми. Они поедают много вредителей культурных растений, принося этим существенную пользу. В Западной Европе жаб часто выпускают в оранжереи для уничтожения вредных насекомых. Тритоны полезны тем, что поедают личинок комаров. Самые крупные лягушки не прочь полакомиться рыбой. В свою очередь лягушками питаются многие животные, в том числе и промысловые.

3.3.2.2.1.1. Отряд БЕЗХВОСТЫЕ АМФИБИИ объединяет большинство видов земноводных. Внешний вид их весьма сходен: широкая голова незаметно переходит в туловище, слегка уплощенное, хвоста нет, задние конечности в 2-3 раза длиннее передних. Передвигаются амфибии прыжками. У лягушек туловище наклонено к земле примерно на 45°. Наиболее примитивные бесхвостые имеют позвонки рыбьего типа (двояковогнутые), короткие ребра и рудименты хвостовых

мышц, более высокоорганизованные (жерлянки, пипы и др.) имеют позвонки спереди выпуклые, сзади вогнутые, короткие ребра, небольшой язык. Кожные железы амфибий выделяют в слизь ядовитые вещества, вызывающие сильное жжение. Чесночницы ведут преимущественно ночной образ жизни, днем скрываясь в норках. Для них характерны позвонки спереди вогнутые, а сзади выпуклые, редукция ребер. Чесночницы, жабы, древесные лягушки - квакши и др. наиболее многочисленны и обитают в Азии (2/3 из 50 семейств), Европе и Северной Америке. У южноамериканской жабы (ага) (*Bufo marinus*) сила яда так велика, что собака, схватившая жабу, быстро умирает. Местные жители используют яд этих жаб для изготовления отравленных стрел. Настоящие лягушки (около 400 видов) ребер не имеют. Они распространены повсюду, кроме Австралии, Новой Зеландии и части Южной Америки. Особенно их много в Африке. Питаются настоящие лягушки преимущественно летающими насекомыми, иногда мелкими позвоночными - молодью рыб, головастиками, молодыми змейками и даже птенцами околоводных птиц, а также мелкими грызунами. Квакши отлавливающие насекомых, ползая по деревьям, на концах пальцев имеют присоски, способствующие их прикреплению к субстрату.

В ряде стран Европы и Северной Америки лягушек употребляют в пищу, для чего их разводят часто на фермах. Лягушки являются предметом международной торговли. Земноводные могут приносить и вред, так как являются носителями и переносчиками различных инфекционных заболеваний, например туляремии, многие из них - переносчики (промежуточные хозяева) ряда паразитических червей, живущих во взрослом состоянии в организме домашних животных, птиц, пушных зверей.

3.3.2.2.1.2. Отряд ХВОСТАТЫЕ АМФИБИИ. Объединяет около 280 видов. У животных всегда есть хвост, тело удлинено, передние и задние конечности примерно одинаковой величины (у некоторых они развиты слабо, а у сирен задняя пара редуцирована). Многие виды ведут вторичноводный образ жизни. Обитают хвостатые амфибии преимущественно в северном полушарии, в Австралии их нет, а в Африке - всего четыре вида, несколько видов населяют север Южной Америки. Более обычны в горных районах, где мало бесхвостых земноводных.

Наиболее часто в России встречаются тритоны. Летом тритоны живут в воде, а зимой - на суше в состоянии оцепенения. Их размножение происходит летом. В Карпатах распространена огненная саламандра, имеющая яркую окраску: на черном фоне оранжевые или желтые пятна. Гигантская японская саламандра достигает длины 1,5 м. Хорошо известен балканский протей, живущий в водоемах пещер и сохраняющий жабры всю жизнь. Его кожа лишена пигментов, глаза рудиментарны, поскольку он живет в темноте. В лабораториях для проведения физиологических опытов разводят личинок амблистом (аксолотли). Эти животные способны к регенерации - восстановлению утраченных частей тела.

3.3.2.2.1.3. Отряд БЕЗНОГИЕ АМФИБИИ. К ним относится единственное семейство - червяги (около 60 видов), внешне напоминающие крупных червей или змей (длина около 30-120 см). Имеются внешние перетяжки, как бы делящие тело на «сегменты», конечности и пояса конечностей отсутствуют, нет хвоста, в коже имеются костные чешуйки, обильно покрытые слизью, перегородка между предсердиями неполная. Много червяг обитает во влажных тропиках Африки, Азии, Америки, многие ведут подземный образ жизни. Двигаются они медленно в почве, поедая почвенных насекомых и их личинок, червей, моллюсков, иногда поселяются в термитниках и муравейниках, поедая их обитателей. Несколько видов червяг ведет водный образ жизни, эти виды живородящи.

3.3.2.2. КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ или РЕПТИЛИИ (REPTILIA)

Прогрессивные признаки пресмыкающихся:

- Пресмыкающиеся по сравнению с земноводными являются следующим этапом приспособления позвоночных животных к жизни на суше, это первые настоящие наземные позвоночные, размножение которых происходит на суше яйцами.
- Они дышат только легкими (механизм дыхания - всасывательный, т.е. насыщение легких воздухом происходит при помощи изменения объема грудной клетки), имеют хорошо развитые дыхательные пути.
- Кожа пресмыкающихся покрыта роговыми чешуйками, или щитками, защищающими от потери влаги, кожных желез почти нет.
- Желудочек сердца имеет неполную (в некоторых случаях полную) перегородку, артериального конуса нет - от сердца отходят три самостоятельных сосуда.
- Развиваются тазовые (метанефрические) почки.
- Пресмыкающиеся более подвижны, чем земноводные, поэтому они имеют развитые скелет и мускулатуру: меняется положение различных отделов конечностей по отношению друг к другу и к телу, у них более укреплены пояса конечностей, в позвоночнике появляется поясничный отдел, голова имеет большую подвижность, череп присоединен к позвоночнику одним мышцелком.

Примитивные признаки пресмыкающихся:

- Наличие двух дуг аорты,
- Смешанная кровь в артериях туловищного отдела,
- Низкий уровень обмена веществ и поэтому непостоянная температура тела.

Сейчас насчитывается около 6 000 видов рептилий, т.е. втрое больше, чем земноводных. Современные пресмыкающиеся - это остатки некогда разнообразного мира рептилий, расцвет которых наблюдался в мезозойскую эру.

Современных рептилий делят на четыре отряда: Чешуйчатые, Черепахи, Крокодилы и Клювоголовые. Наиболее многочисленны чешуйчатые (около 5 700 видов) - единственная процветающая ныне группа пресмыкающихся, они распространены по всему миру, к ним относятся ящерицы, хамелеоны, амфисбены и змеи. Черепах много меньше - около 200 видов. Это древняя группа рептилий, сохранившаяся благодаря наличию панциря, в который заковано их тело. Крокодилы (известно всего около 20 видов) обитают в тропиках и являются прямыми потомками древних высокоорганизованных пресмыкающихся мезозоя. Единственный представитель клювоголовых - гаттерия - имеет много примитивных черт и сохранилась только в Новой Зеландии и на прилегающих мелких островах.

Форма тела рептилий более разнообразна, чем у земноводных, что связано с их обитанием на суше в различных условиях. В ходе эволюции рептилии, расселяясь, выработали различные типы движений по грунту, в воде и воздухе. Ящероподобные рептилии (большинство ящериц, хамелеоны, крокодилы и многие ископаемые рептилии) внешне схожи с хвостатыми амфибиями. У рептилий сформировалось пресмыкание - неспециализированное движение. Ускорение движений по твердому субстрату связано с усилением конечностей и подъемом тела над землей. Размеры тела рептилий колеблются от нескольких сантиметров до 11 м (у удавов), окраска тела варьирует (часто с рисунком из пятен и полос), иногда наблюдается покровительственная окраска.

Покровы

- Наружные слои кожи рептилий ороговели (что обеспечивает животным защиту от высыхания) - верхний слой эпидермиса мертвый, клетки его не содержат ядер и цитоплазмы, нижний (мальпигиев слой) состоит из живых клеток, способных к размножению, здесь иногда располагаются костные пластинки (у черепаха они образовали костный панцирь, приросший к позвоночнику). В этом же слое клеток располагаются пигментные клетки.
- В связи с таким строением кожа животных утратила способность к газообмену, практически лишилась желез. Одиночные железы, выделяющие пахучие секреты, сохранились лишь у ящериц на бедрах и в области клоаки, а у крокодилов, змей и черепах - на морде и некоторых других частях тела.
- Смена рогового покрова рептилий происходит путем линьки: полного или частичного сбрасывания старого покрова и формированием нового. У многих видов животных линька происходит несколько раз в год.

Опорно-двигательная система

Скелет пресмыкающихся почти полностью костный. Скелет передних и задних конечностей состоит из тех же отделов, что и у земноводных (такое строение конечностей характерно для всех классов наземных позвоночных).

Совершенствование строения рептилий заключается в относительном удлинении передних (плеча и предплечья) и задних конечностей (бедра и голени), и уменьшении площади ступни и кисти. Изменилось положение отдельных частей конечности по отношению к телу - это способствовало переходу от ползания к хождению и бегу.

- Череп пресмыкающихся полностью костный. Позвоночник подразделяется на пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Первый шейный позвонок (атлант) имеет вид кольца (не имеет тела), передняя поверхность которого имеет снизу суставную ямку для сочленения с единственным мышцелком черепа, второй позвонок - эпистрофей - имеет направленный вперед отросток, который является осью вращения головы (на него крепится атлант), такое строение обеспечивает подвижность головы. От грудных позвонков отходят ребра, срастающиеся спереди с грудиной и образующие грудную клетку. К грудины же причленяется и плечевой пояс. От поясничных позвонков тоже отходят ребра, но они не доходят до грудины. К крестцовому отделу, состоящему из двух позвонков, прикрепляется тазовый пояс. Хвостовой отдел помогает сохранять равновесие, а иногда служит двигателем (у водных змей, крокодилов и некоторых водных ящериц). У рептилий значительно увеличивается количество позвонков шейного отдела. Общее число позвонков различно у разных видов и достигает 30-50 (7-10 шейных, 16-25 грудно-поясничных, 2 крестцовых и 15-40 хвостовых). У змей и безногих ящериц число позвонков еще больше, а позвоночник делится только на туловищный и хвостовой отделы. Все туловищные позвонки рептилии снабжены ребрами, упирающимися в брюшные щитки, что важно при змеиобразном движении. Общее число позвонков у змей возрастает до 140 (у толстых и коротких змей) - 435 (у змей с длинным телом).
- Плечевой пояс рептилий сходен с поясом земноводных, но в нем больше окостенений и он крепче связан с позвоночником. У черепах надгрудинник и ключицы входят в брюшной щит панциря, у крокодилов же развиты лишь коракоид и лопатки, грудина у крокодила состоит преимущественно из хряща. Тазовый пояс образуется также из трех пар костей (подвздошных, седалищных и лобковых), совместно образующих вертлужную впадину, составляющую

сустав с головкой бедра. У всех современных пресмыкающихся таз закрытый: правые и левые лобковые и седалищные кости соединяются друг с другом по средней линии хрящевой перемычкой.

- Мускулатура пресмыкающихся утрачивает метамерное строение. Метамерность сохранилась лишь в размещении мышц, соединяющих позвонки между собой, и отчасти в мускулатуре брюшной стенки. У рептилий развивается мощная жевательная мускулатура. В связи с большей подвижностью животных усиливается мускулатура тела.

Нервная система и органы чувств

- Нервная система пресмыкающихся отличается рядом прогрессивных черт: головной мозг в целом крупнее, чем у земноводных, укрупнение переднего мозга связано с развитием мозгового свода полушарий и началом развития коры, промежуточный мозг сверху прикрыт полушариями переднего мозга. Эпифиз у гаттерии и некоторых ящериц служит дополнительным фоторецептором. Гипофиз у рептилий участвует в работе эндокринной системы, более развит и средний мозг, обрабатывающий зрительную информацию. Мозжечок крупных размеров в связи с подвижным образом жизни, прогрессивно развиваются и органы чувств.
- Орган зрения животных приспособлен к работе в воздушной среде: глаза окружены веками и имеют мигательную перепонку, аккомодация достигается перемещением хрусталика и изменением его кривизны с помощью ресничного мускула. У части ночных видов рептилий сетчатка содержит только палочки, а у обладающих цветным зрением животных имеются и палочки, и колбочки. Некоторые рептилии имеют специальные светофильтры в виде жировых капель.
- Ямкоголовые змеи, питоны, африканские гадюки имеют особые термические органы чувств - терморецепторы и термолокаторы.
- Орган слуха пресмыкающихся имеет большие размеры, чем у земноводных: больше размеры улитки, в слуховой капсуле появляется второе отверстие, затянутое перепонкой - круглое окно - это способствует лучшей передаче звуковых колебаний. Большинство рептилий воспринимают звук в диапазоне 60-200 Гц, крокодилы - от 100 до 3 000 Гц. Хуже всего воспринимают звук змеи: они лишены барабанной перепонки и лучше воспринимают звуки, распространяющиеся преимущественно по субстрату или в воде. Невысоки слуховые способности черепах. Большинство пресмыкающихся немое, их звуковой мир беден: они издадут шипенье, хрип, стук хвостовыми погремушками.
- Органы обоняния рептилий открываются наружу парными ноздрями, а в полость рта - щелевидными хоанами. Чувствительность обоняния у рептилий выше, чем у земноводных, отчетливо выражено чувство осязания (у многих ящериц есть осязательные «волоски», расположенные по краям чешуй).

Пищеварительная система

- Дифференциация пищеварительного тракта позволяет полнее использовать попавшуюся животную добычу. Современные пресмыкающиеся питаются преимущественно животной пищей. Их пищеварительный тракт начинается ротовой полостью, в которой обычно находятся язык и зубы. Зубы либо прирастают основанием к челюстям, либо (у крокодилов) сидят в ямках (альвеолах) челюстных костей. Зубы современных пресмыкающихся однотипны (лишь у части змей развиваются специализированные ядовитые зубы). Зубы используются для захвата и удержания добычи. Большинство видов рептилий

глотают пищу целиком, крокодилы и черепахи могут отрывать куски. Лишенные зубов черепахи срезают растения острыми краями рогового покрова челюстей. В связи с заглатыванием пищи в черепе у змей исчезли височные дуги, а челюстной аппарат превратился в шарнирно-рычажную систему. У некоторых ядовитых змей она служит и для выдвижения вперед из ротовой полости ядовитых зубов. В ротовой полости рептилий расположены слюнные железы, секрет которых способствует смачиванию пищи и ее заглатыванию. У ядовитых змей и некоторых ящериц слюнные железы превратились в ядовитые, секрет которых стекает по каналу или поверхностной бороздке ядовитых зубов. Часть слюнных желез пресмыкающихся способна вырабатывать пищеварительные ферменты.

- Крокодилы имеют вторичное небо, образованное внутренними отростками верхних челюстей, небными и крыловидными костями. Благодаря вторичному небу, хоаны у них отодвинуты назад и открываются в глотку. Воздух, вдыхаемый через ноздри, поступает в глотку и далее по трахее в легкие, минуя ротовую полость. Это позволяет животному дышать при заглатывании пищи в воде, выставив наружу только верхнюю часть головы с хоанами.
- На дне ротовой полости рептилий располагается язык. У ящериц и змей он обычно раздвоен на конце и используется как орган осязания, а совместно с яacobсоновым органом - и как хеморецептор. У животных хорошо выражен пищевод, за ним располагается развитый желудок, кишечник подразделяется на более длинную тонкую и относительно короткую толстую кишку. У места их соединения кишка образует слепой вырост (зачаточная слепая кишка), более всего развитый у растительноядных видов (степная черепаха). Кишечник рептилий открывается в клоаку. Печень имеет желчный пузырь, проток которого открывается в кишечнике рядом с поджелудочной железой. Интересно, что оптимум действия пищеварительных ферментов пресмыкающихся выше температурного оптимума земноводных. Это характеризует пресмыкающихся как теплолюбивую группу.

Дыхательная система

- Органами дыхания рептилий в течение всей жизни являются легкие, имеющие мешкообразное строение, но их внутренняя структура более сложна, чем у земноводных. У змей более заметно правое легкое, у амфибиен (безногие чешуйчатые) - левое.
- Внутренние стенки легких змей и ящериц имеют складчатое строение, что значительно увеличивает дыхательную поверхность. У черепах и крокодилов легкие имеют губчатое строение за счет развития перегородок, вдающихся во внутреннюю полость легких. У хамелеонов, некоторых ящериц и змей задняя часть легких имеет тонкостенные выросты - подобие воздушных мешков птиц, но окисления в них не происходит - это резервуары воздуха, обеспечивающие «шипение», а также облегчающие газообмен при длительном прохождении пищи по пищеводу и при нырянии.
- Вентиляция легких обеспечивается работой грудной клетки с помощью межреберной и брюшной мускулатуры. У водных черепах дополнительными органами дыхания служат богатые капиллярами выросты глотки и клоаки (анальные пузыри). Воздух попадает в организм через систему трубок, трахею и бронхи, ветвящиеся на более мелкие трубки в легких. Стенки трахеи и бронхов укреплены эластичными хрящевыми кольцами.

Кровеносная система

- Основная особенность кровеносной системы рептилий заключается в разделении артериальной и венозной крови. Сердце пресмыкающихся - трехкамерное, однако желудочек разделен неполной перегородкой на две половины: правую - венозную и левую - артериальную. При сокращении желудочка его перегородка, прикрепленная к брюшной стенке, доходит до спинной стенки желудочка, разделяя его на левую и правую половины. У крокодилов перегородка в желудочке полная: артериальная и венозная кровь в сердце не перемешиваются. Сердце пресмыкающихся не имеет артериального конуса, он разделен на три самостоятельных сосуда, отходящих от сердца: на легочную артерию (делится затем на две), на левую и правую дуги аорты.
- Каждая дуга аорты загибается назад вокруг пищевода и, сойдясь друг с другом, они соединяются в непарную спинную аорту, которая тянется назад и от которой отходят артерии ко всем органам тела. От правой дуги аорты, отходящей от левого желудочка и несущей артериальную кровь, ответвляются общим стволом правая и левая сонные артерии, по которым кровь поступает к голове. От правой же дуги отходят две подключичные артерии: по ним кровь поступает к передним конечностям. Таким образом, передний отдел тела получает артериальную кровь. По спинной аорте движется смешанная кровь.
- Венозная система построена так: в правое предсердие по правой и левой передними полыми венами и задней поллой веной поступает венозная кровь от органов тела. В левое предсердие по легочной вене, образовавшейся из слияния правой и левой легочных вен поступает артериальная кровь. Венозный синус почти не выражен.
- Количество крови и содержание гемоглобина у пресмыкающихся лишь немногим больше, чем у земноводных. По сравнению с амфибиями у рептилий буферность крови по отношению к углекислоте в два раза выше. В отличие от амфибий температура тела у рептилий в активном состоянии относительно постоянна и колеблется в меньших пределах, чем температура внешней среды. Пресмыкающиеся широко используют обогрев солнечными лучами. Существует и химическая терморегуляция за счет наличия сахара в крови. Теплолюбие у пресмыкающихся выражено в большей степени, чем у земноводных, температурный оптимум их активности лежит в пределах 20-38 °С (экологическая теплокровность).

Выделительная система

- У рептилий развиты тазовые (метанефрические) почки. Они не имеют связи с вольфовым каналом, у них развились собственные мочеточники, соединенные с клоакой. Вольфов канал у самок редуцирован, а у самцов - выполняет функцию семяпроводов.
- У пресмыкающихся общая фильтрационная площадь клубочков меньше, а протяженность канальцев больше. С уменьшением площади клубочков уменьшается интенсивность фильтрации воды из организма, а в канальцах большая часть отфильтрованной в клубочках воды всасывается обратно. Таким образом, из организма рептилий выделяется минимум воды. В мочевом пузыре еще дополнительно всасывается вода, не подлежащая удалению.
- У морских черепах и некоторых других рептилий, вынужденных использовать соленую воду для питья, имеются особые железы для выведения избытка солей из организма. У черепах они располагаются в орбите глаз. Морские черепахи действительно «плачут горькими слезами», освобождаясь от избытка солей. У морских игуан имеются солевые железы в виде так называемых «носовых желез», открывающихся в носовую полость. Крокодилы не имеют

мочевого пузыря, а солевые железы находятся у них около глаз. Когда крокодил хватается добычу, срабатывают мышцы висцерального скелета и открываются слезные железы, поэтому существует выражение «крокодиловы слезы» - крокодил заглатывает жертву и «проливает слезы»: так происходит выделение солей из организма.

Размножение, развитие и регенерация

- Развитие рептилий не связано с водной средой, семенники и яичники - парные и лежат в полости тела по бокам позвоночника. Оплодотворение яиц осуществляется в организме самки, развитие происходит в яйце.
- Выделения секреторных желез яйцевода образуют вокруг яйцеклетки (желтка) белковую оболочку, слабо развитую у змей и ящериц и мощную - у черепах и крокодилов, затем образуются наружные оболочки.
- При эмбриональном развитии образуются зародышевые оболочки - серозная и амнион, развивается аллантаис. У сравнительно небольшого числа видов рептилий существует яйцеживорождение (обыкновенная гадюка, живородящая ящерица, веретеница и др.).
- Настоящее живорождение известно у некоторых сцинков и змей: у них образуется настоящая плацента.
- Предполагается партеногенетическое размножение у ряда ящериц. У змеи - островного ботропса - обнаружен случай гермафродитизма.

Экология, эволюция, природное и хозяйственное значение.

- Пресмыкающиеся широко распространены, но большинство обитает в странах с жарким климатом. Это обусловливается зависимостью их жизнедеятельности, как животных с переменной температурой тела, от температуры окружающей среды. Среди рептилий есть наземные, подземные, водные, древесные формы. Среди ископаемых рептилий были такие, которые имели крылья и летали. Древние группы этого класса дали начало не только современным пресмыкающимся, но и птицам, и млекопитающим.
- Пресмыкающиеся процветали в мезозойскую эру, были весьма разнообразны (бронтозавры, диплодоки, трицератопсы, игуанодоны и т.д.). На основании данных сравнительной анатомии, эмбриологии и палеонтологии показано происхождение рептилий от древней палеозойской группы котилозавров, которая, в свою очередь, связана по происхождению со стегоцефалами - панцирноголовыми земноводными. Формирование котилозавров происходило в конце каменноугольного периода палеозойской эры. В это время имело место резкое изменение климатических условий - смена теплого и влажного климата на сухой, с резкими изменениями температуры окружающей среды. Котилозавры вымерли в начале мезозойской эры, уступив место различным ветвям рептилий, занявшим в мезозое доминирующее положение.
- В пустынях и в степях, где численность пресмыкающихся невелика, они играют заметную роль в биоценозах. Большинство ящериц и змей уничтожает значительное количество вредных насекомых, моллюсков, грызунов, принося пользу сельскому хозяйству. Но они приносят и вред, уничтожая мальков рыб (например ужи).
- Черепахи, некоторые ящерицы и змеи способствуют распространению ряда заболеваний человека и домашних животных, поскольку на них живут нимфы и взрослые иксодовые клещи. Серьезный вред человеку приносят ядовитые змеи, особенно в жарких странах Юго-Восточной Азии и Южной Америки. Яд змей в зависимости от характера действия бывает двух типов: к первой группе относятся гюрза, эфа, гадюка. Яд этих змей вызывает покраснение, опухоль,

распространяющийся отек. В тяжелых случаях наступает некроз тканей, образуются нарывы и язвы (некротический яд). Действие яда сопровождается сонливостью и лихорадочным состоянием, могут быть тошнота, бред, в особо тяжелых случаях наступает смерть. Ко второй группе относятся змеи, яд которых обладает нервно-паралитическим действием (например яд кобры). Укус их не вызывает боли, но развивается паралич конечностей. Распространяясь, паралич захватывает все органы, затрудняет дыхание, речь, опускаются веки, лицо синеет, в тяжелых случаях наступает смерть. Следует своевременно оказать помощь: остатки яда снимают с укушенного места крепким раствором марганцевокислого калия, больному дают крепкий чай, кофе, обеспечивают полный покой и тепло. Лечение проводят специальными сыворотками, приготовленными из крови лошади, в организм которой вводят возрастающие дозы яда в течение 16 месяцев для выработки иммунитета. Ни в коем случае нельзя накладывать на место укуса жгуты, производить надрезы, прижигания, поскольку они не только приносят вред, но ухудшают состояние больного, ни в коем случае нельзя применять алкоголь. Подчас не сам укус, а именно эти способы «лечения» служат причиной гибели людей.

- Яд змей - ценное медицинское сырье. Из ядов змей получают различные препараты для лечения некоторых заболеваний. Так, из яда гадюк получают препараты випратокс, випраксин, випразид и др., применяемые при лечении радикулита, ревматизма, ишиаса. Из яда гюрзы и щитомордника изготавливают кровоостанавливающее средство лебетокс, из яда гремучей змеи - препараты, излечивающие эпилепсию, из яда кобры получают препараты для лечения бронхиальной астмы и других заболеваний. Для получения ядов организуют питомники - серпентарии, где содержат и разводят змей.
- Кожа крокодилов, крупных змей и ящериц идет на изготовление чемоданов, сумок, обуви и т.д. Панцирь черепах, особенно морских, используется для изготовления различных предметов обихода - гребни, оправы для очков и т.д.
- Некоторые рептилии употребляются в пищу, наиболее часто мясо и яйца черепах. В ряде стран Юго-Восточной Азии употребляется в пищу мясо змей.

В класс пресмыкающихся входят отряды:

- Черепахи
- Клювоголовые
- Чешуйчатые
- Крокодилы

3.3.2.2.1. Отряд ЧЕРЕПАХИ

- Тело черепах уплощенное и покрыто панцирем со всех сторон. Панцирь образован костными пластинками, с которыми срастаются ребра и туловищный отдел позвоночника. Спереди и сзади между щитами остаются широкие щели: из передней выступают голова и передние ноги, а из задней - хвост и задние конечности. При испуге или опасности черепахи втягивают голову и конечности под панцирь. Костная основа панциря покрыта у кожистых черепах - мягкой кожей, у других - роговыми щитками. Для черепах характерно отсутствие зубов - их челюсти покрыты роговым чехлом с режущим краем («клювом»). У морских черепах ноги превратились в ласты.
- Легкие черепах отличаются большой величиной и сложным строением, их вентиляция обеспечивается (как у амфибий) колебаниями дна ротовой полости. Дополнительными органами дыхания у водных черепах служат выросты глотки и анальные пузыри.

- Головной мозг животных по сравнению со спинным невелик, зрение и обаяние развиты хорошо, слух слабее.
- Черепахи распространены в тропической и прилегающих частях умеренной зон, населяют моря, пресные водоемы, болота и сухопутные биотопы, включая пустыни. В настоящее время насчитывается около 200 видов черепах. На островах Индийского и Тихого океанов водятся гигантские слоновые черепахи, масса которых достигает 200 кг. Объектом промысла служит морская зеленая черепаха (длина 2 м, масса 450 кг). Мясо и яйца ее съедобны. Съедобна и степная черепаха. Все морские черепахи откладывают яйца на побережье.

3.3.2.2.2. Отряд КЛЮВОГОЛОВЫЕ

- Единственный ныне живущий представитель клювоголовых - гаттерия, или туатара - древнейший представитель среди современных пресмыкающихся. Сейчас она сохранилась только на мелких островах близ острова Новая Зеландия.
- Внешне гаттерия похожа на крупную ящерицу (до 75 см длиной), но отличается рядом примитивных черт строения: челюсть, верхнее небо и передняя часть крыши черепа подвижны относительно мозговой коробки, аналогично черепу кистеперых рыб, есть небные и сошниковые зубы, развит теменной глаз, позвонки двояковогнутые, есть брюшные ребра, в сердце сохраняется венозная пазуха.
- Животное прячется в норах, питается беспозвоночными, мелкими ящерицами, иногда яйцами птиц, оптимум активности от 6 до 18°C. Гаттерия охраняется законом.

3.3.2.2.3. Отряд ЧЕШУЙЧАТЫЕ

- Чешуйчатые - самые многочисленные рептилии, они насчитывают около 6 000 видов ящериц, змей и хамелеонов (хамелеонов около 90 видов).
- **Хамелеоны** ведут древесный образ жизни. Тело их сжато с боков, по спине проходит острый киль. Конечности животных преобразовались в хватательные «клещи» в виде двух противостоящих пальцев, хвост способен закручиваться вокруг ветвей, глаза окружены колокольчатыми веками, покрытыми чешуей, с небольшим отверстием для зрачка, кожа покрыта мелкими роговыми зернышками и чешуйками, правый и левый глаз двигаются независимо и могут поворачиваться на 180° по горизонтали и на 90° по вертикали, язык длинный (на длину тела) и служит для схватывания подвижной добычи. Рептилии быстро меняют окраску в зависимости от окружающей обстановки. Большинство их живет на Мадагаскаре и в Африке, но есть и в других регионах (тропических и субтропических).
- Наиболее многочисленны **ящерицы** (около 3 300 видов). Они весьма разнообразны по форме, есть безногие (длина от 3.5 см до 4 м, масса до 150 кг), способны при опасности к аутомии (отбрасыванию) хвоста, впоследствии отрастающего. Глаза у большинства видов снабжены веками, но у гекконов, гологлазов и некоторых других веки срастаются и превращаются в прозрачные пленки на глазах. Размножаются ящерицы путем откладки яиц, но есть яйцеживородящие (веретеница, живородящая ящерица), сцинки - живородящие. Питаются ящерицы мелкими насекомыми, моллюсками, чем приносят значительную пользу. У большинства ящериц развит теменной глаз, среднее ухо имеет барабанную перепонку.

- В наших регионах обитают живородящая и прыткая ящерица, в южных районах встречаются гекконы, ловко бегающие по стенам (а то и по потолку), в Средней Азии встречается серый варан (до 1.5 м длиной), вараны острова Комодо достигают длины 3 м.
- **Змеи** имеют длинное цилиндрическое тело со слабо выраженным делением на голову, шею, туловище и хвост. Конечности у них отсутствуют, лишь у удавов сохранились рудименты задних конечностей в виде небольших крючков по бокам анального отверстия. Глаза змей покрыты прозрачной пленкой из сросшихся век. Барабанной перепонки у них нет, кости челюстей и неба соединены связками, позволяющими заглатывать крупную добычу целиком. У змей хорошо развито одно легкое, лентовидные почки. Двигаются змеи, изгибая тело, щитки, прикрывающие брюхо, налегают друг на друга задними краями и препятствуют движению тела назад. Некоторые змеи (ужи) заглатывают добычу, другие (удавы) душат ее кольцами тела, третьи (ядовитые змеи) - убивают ядом. Размножаются змеи либо яйцами, либо живорождением.
- Большинство змей обитает в тропической и субтропической зонах, но распространены и в более умеренном климате. Яд гадюк менее опасен, чем яд аспидовых (кобры) и морских змей. Причем яд морских змей в несколько раз токсичнее яда сухопутных, что связано с их питанием рыбами, которые относительно устойчивы к ядам. Морские змеи в большинстве яйцеживородящи, поскольку не выходят на сушу.

3.3.2.2.4. Отряд КРОКОДИЛЫ

- Крокодилы - крупные пресмыкающиеся (некоторые достигают длины 6 м и более). Форма их тела ящерицеобразная, хвост сжат с боков, между пальцами задних конечностей находится перепонка. Ноздри открываются на бугорках, а глаза приподняты над поверхностью морды - это позволяет погруженному в воду крокодилу дышать и наблюдать за окружающим. Тело рептилий покрыто крупными роговыми щитками, под которыми лежат костные пластины. На голове и около анального отверстия у них располагаются железы с пахучим секретом (им животные метят территорию). Зубы крокодилов сидят в альвеолах, сердце четырехкамерное, но артериальная и венозная кровь по выходе из сердца смешиваются.
- Обитают они в пресных и солоноватых водах, питаются рыбой, иногда хватают млекопитающих, поедают трупы, среди крокодилов встречается каннибализм. Размножаются рептилии откладкой яиц, самки охраняют кладки. Живут они 80-100 лет. Среди крокодилов, как среди змей (например гадюк) и некоторых ящериц, есть виды экологически теплокровные, т.е. они обитают в определенном интервале температур. Крокодилы поддерживают определенную температуру или греясь на солнце, или охлаждая тело в воде. Крокодилы, как и большинство пресмыкающихся, обитают в тропической и субтропической зонах.
- Теплый и влажный климат тропиков и субтропиков, отсутствие врагов позволило древним пресмыкающимся сохраниться до нашего времени. Вмешательство человека приводит к уничтожению многих редких животных, в том числе крокодилов и черепах. Проводятся мероприятия по их сохранению и созданию специализированных хозяйств (питомников) для разведения.

3.3.2.2.3. КЛАСС ПТИЦЫ (AVES)

- Птицы - класс позвоночных животных, тело которых покрыто перьями, а передние конечности превратились в крылья.
- Птицы обладают интенсивным обменом веществ, температура их тела постоянна (гомойтермные амниоты), сердце четырехкамерное, артериальная кровь отделена от венозной.
- У птиц хорошо развиты большие полушария головного мозга и органы чувств, в особенности зрение и слух. В отношении подвижности и способности преодолевать пространства птицы занимают первое место среди наземных позвоночных.

Сходство с пресмыкающимися:

По многим морфологическим признакам птицы сходны с пресмыкающимися.

- Наличие роговых чешуй хотя бы на пальцах задних конечностей и в роговом клюве,
- Почти полное отсутствие кожных желез,
- Артериальная кровь из сердца идет по правой дуге аорты;
- Сходно строение мочеполовой системы и характер эмбрионального развития, Ребра также несут крючковидные отростки, череп соединен одним мышечком с позвоночником, сходен набор костей.

Однако поведение птиц, их внутривидовые взаимоотношения и связи с окружающей средой привели к формированию специфических черт организации, отличающих их от пресмыкающихся.

Отличия от пресмыкающихся:

- Тело птиц покрыто перьями, выполняющими теплоизоляционную функцию и обеспечивающими обтекаемость тела, перья образуют несущие плоскости в полете (крылья, хвост).
- Превращение передних конечностей в крылья сопровождалось перестройкой скелета, мускулатуры конечностей и плечевого пояса птиц. Преобразование скелета и мускулатуры задних конечностей и тазового пояса позволило им перейти к двуногому хождению и плаванию. Кости скелета птиц полые внутри, что увеличивает их прочность и делает скелет более легким (приспособление к полету).
- У птиц увеличилась подвижность шеи и головы, увеличение размеров головного мозга и повышение чувствительности расширили возможности ориентировки в пространстве и улучшили координацию их поведения.
- Формирование клюва у птиц вызвало редукцию зубов и перестройку пищеварительного тракта (обособление мускульного желудка, удлинение кишечника), также расширился спектр питания и улучшилось усвоение пищи. У птиц появились воздушные мешки, связанные с легкими - это сделало возможным усвоение кислорода и при выдохе, а как следствие - интенсификация обмена веществ.
- Полное разделение большого и малого кругов кровообращения способствует лучшему снабжению тканей птиц кислородом и питательными веществами, удалению продуктов распада и углекислоты. У птиц постоянная температура тела, поэтому высока устойчивость к колебаниям температуры внешней среды и широки возможности расселения.
- Насиживание яиц и выкармливание птенцов родителями сократило продолжительность ранних этапов онтогенеза и снизило эмбриональную и

постэмбриональную смертность. Все это позволило птицам широко распространиться по земному шару и заселить практически все наземные места обитания. Часть видов птиц приспособилась к наземно-водному образу жизни.

В настоящее время известно около 9 000 видов птиц, а всего, по приблизительным подсчетам, на земном шаре обитает около 100 миллиардов особей птиц, что указывает на их большое значение в жизни Земли. В России обитает около 700 видов птиц (примерно около 8% всей мировой авиафауны).

Приспособленность к полету обусловила форму тела птиц: туловище обтекаемой яйцеобразной формы, компактно, покрыто перьями, голова небольшая, шея длинная и подвижная. Размеры тела птиц варьируют в небольших пределах, поскольку возможность полета ограничивает размеры. Самые мелкие птицы - колибри - имеют максимальную массу тела 1,6 - 2 г, а самые крупные (лебеди, грифы, дрофы) - 14-16 кг. Нелетающие птицы достигают более крупных размеров: пингвины - до 40 кг, а казуары и африканские страусы - 80-100 кг.

Покровы

- Кожа птиц тонкая, сухая, практически лишена желез. Единственная железа - копчиковая - лежит на хвостовых позвонках. Секрет желез служит для смазки перьев, что способствует сохранению их эластичности и повышает водоотталкивающие свойства. Эпидермальный слой кожи образует роговой покров клюва, цевки, а иногда и части голени, последние фаланги пальцев покрыты роговыми когтями. У самцов некоторых птиц (например фазановых) на цевке есть костный вырост, покрытый роговым чехлом, - шпора. Оперение птиц - производное (также роговое) эпидермального слоя кожи. Перо состоит из очина (часть, погруженная в кожу), стержня и опахала. Стержень представляет собой плотную роговую трубку с рыхлой роговой сердцевинкой. Опахало образовано отходящими от боковых сторон стержня бородками первого порядка, от них отходят бородки второго порядка с мелкими крючочками. Бородки сцепляются крючочками друг с другом, образуя легкие пластинки опахала пера. Нежные пуховые перья не имеют крючочков, у них стержень отсутствует, и бородки отходят пучком от общего основания. Функция пуховых перьев - удерживать у кожи слой воздуха и сохранять тепло.
- Крупные упругие контурные перья, образующие основную часть несущей плоскости крыла, называются маховыми. Самые крупные маховые перья, опирающиеся на кости крыла, называются первостепенными маховыми перьями, а меньшие по размеру и не столь упругие, связанные с костями предплечья, - второстепенными маховыми. Рулевые перья, образующие хвост, направляют полет, отличаются большими размерами, упругостью и асимметрией опахала, как и первостепенные маховые. Более мелкие перья, покрывающие тело птиц, называются контурными. У многих птиц, особенно водных, между контурными перьями расположены пуховые перья, согревающие тело. Перья птиц часто имеют разнообразную окраску за счет пигментов, повышающих прочность пера. Окраска имеет и сигнальное значение. Основные пигменты - меланины и липохромы. Меланины обуславливают черную, бурую и серую окраску, а липохромы - красную, желтую и зеленую.
- Роль перьевого покрова велика и разнообразна. Маховые и рулевые перья образуют большую часть несущей поверхности крыльев и хвоста и необходимы для полета. Перьевого покрова, придавая телу птиц обтекаемую форму, помогает полету, сохраняет тепло, защищает от механических повреждений.

Периодически (один или два раза в год) перьевой покров птиц обновляется путем линьки: старые перья выпадают и на их месте развиваются новые, иногда другой окраски. Линька часто протекает медленно, и птицы могут летать, но у водоплавающих она идет быстро, и птицы временно не могут летать.

- Полет птиц бывает парящий, или пассивный, и машущий, или активный. При парении птица движется в воздухе продолжительное время, не делая взмахов крыльями и пользуясь восходящими воздушными потоками, которые образуются вследствие неравномерного нагрева поверхности земли. Скорость движения этих воздушных потоков определяет высоту полета птицы. Машущий полет сложнее и разнообразнее парящего. Птицы обычно пользуются не одним типом полета, а комбинируют их в зависимости от обстоятельств.

Опорно-двигательная система

- Различные движения птиц (ходьба, прыжки, бег, лазанье, плавание, ныряние, полет) обеспечиваются изменениями опорно-мышечной и других систем, осуществляющих координацию движений и ориентировку в пространстве, создающих необходимые энергетические резервы. Своеобразная особенность скелета птиц - пневматичность костей, она обеспечивается наличием полостей в трубчатых костях. Прочность скелета птиц достигается в значительной степени срастанием многих костей.
- Скелет птиц состоит из скелета головы, осевого скелета, поясов конечностей и передних и задних конечностей. Череп птиц образован тонкими губчатыми костями, отличается большими размерами и большими глазницами. У взрослых птиц кости черепа полностью срастаются, что обеспечивает его прочность. Их челюсти лишены зубов. Смещение затылочного отверстия и затылочного мыщелка на дно черепа увеличило подвижность головы относительно шеи и туловища. Позвоночный столб птиц подразделяется на пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Число шейных позвонков изменяется от 11 до 23-25 (лебеди). Позвонки соединяются седловидными суставными поверхностями, что придает шее особую гибкость. Особенность строения шейных позвонков и сложно дифференцированных шейных мышц позволяют птицам свободно поворачивать голову на 180°, а некоторым (совам, попугаям) даже на 270°.
- Грудных позвонков у птиц - 3-10. Они срастаются друг с другом, образуя спинную кость, и очень тугим суставом соединяются со сложным крестцом. Туловищный отдел скелета благодаря этому неподвижен. Каждое ребро птиц состоит из двух частей, подвижно соединенных друг с другом. Нижней частью ребра подвижно прилегают к краю грудины, а верхней - к позвонкам. Кроме того, ребра имеют крючковидные отростки, налегающие на последующие ребра. Такая конструкция придает грудной клетке прочность и подвижность. Большие размеры грудины и ее киля обеспечивают место для прикрепления мощных мышц, двигающих крыло. Поясничные и крестцовые позвонки (их два), а также часть хвостовых позвонков неподвижно срастаются друг с другом в монолитную кость - сложный крестец (всего 10-22 позвонка). Кости тазового пояса неподвижно срастаются со сложным крестцом. Это способствует большей неподвижности туловища и создает прочную основу для прикрепления задних конечностей. Задние хвостовые позвонки сливаются и образуют копчиковую кость (пигостиль), служащую опорой для рулевых перьев.
- Плечевой пояс птиц состоит из трех пар костей: саблевидных лопаток, лежащих вдоль позвоночника; двух тонких ключиц, которые срастаются в вилочку,

расположенную между массивными коракоидами и играющую роль амортизатора, смягчающего толчки при взмахах крыла. Коракоиды соединяются одним концом с лопатками и основаниями плечевых костей, а другим - с грудиной. Скелет крыла состоит из крупной полой кости плеча, двух костей предплечья (локтевой и лучевой), сросшихся (кроме двух) костей запястья и пястья, образующих пряжку, и сильно редуцированных и измененных фаланг второго, третьего и четвертого пальцев и атрофированных первого и пятого пальцев. Первостепенные маховые крылья прикрепляются к пряжке и к фалангам второго пальца. От первого и третьего пальца сохраняется лишь по одной короткой фаланге. К фаланге первого пальца прикрепляется несколько перьев - «крылышек».

- Тазовый пояс птиц образован тонкими подвздошными, седалищными и лобковыми костями, сросшимися у взрослых птиц в единую кость. Задние концы лобковых и седалищных костей у большинства птиц (кроме некоторых страусов) не сходятся, поэтому таз снизу остается открытым. Скелет задних конечностей образован крупной костью бедра, двумя костями голени (большой берцовой кости и редуцированной малой берцовой, приросшей к большой берцовой); костями предплюсны, плюсны (часть костей предплюсны и все кости плюсны срастаются в единую кость цевку - добавочный рычаг, увеличивающий длину шага) и фаланг пальцев. Между бедром и голенью располагается коленный сустав с коленной чашечкой, укрепляющий задние конечности.
- Мускулатура птиц дифференцирована и более мощная, чем у рептилий, особенно развиты грудные и подключичные мышцы, приводящие в движение крылья, сильно развиты мышцы задних конечностей, выполняющие работу при ходьбе передвижении по веткам деревьев, взлете и посадке. Для птиц характерно накопление в мышцах миоглобина, позволяющего создавать резервный запас кислорода, утилизируемого в период интенсивной работы. Наивысшая концентрация миоглобина достигается в большой грудной мышце, мускулатуре мускульного желудка и сердце. Больше всего гемоглобина в мышцах у птиц, летающих активным полетом, ныряющих и птиц высокогорий. При этом концентрация гемоглобина в крови всегда выше, чем в мышцах.

Нервная система и органы чувств

- Строение нервной системы птиц сходно со строением нервной системы рептилий, но в связи с более высоким уровнем жизнедеятельности у птиц она более усложнена. Центральный отдел устроен более сложно: головной отдел имеет большие размеры полушарий переднего мозга, зрительные бугры среднего мозга и огромный складчатый мозжечок. Крыша полушарий имеет гладкую поверхность, серое вещество в ней выражено слабо. Зрение в жизни птиц играет большую роль, поэтому велики размеры зрительных бугров среднего мозга. Развитие мозжечка связано со сложным поведением, которое он координирует. Большой мозжечок вплотную примыкает к большим полушариям, прикрывая средний и значительную часть продолговатого мозга. Он имеет сложное складчатое строение. От головного мозга отходит 12 пар нервов. Продолговатый мозг хорошо развит, а в спинном развиты плечевое и поясничное утолщения, от которых отходят спинномозговые нервы.
- Наибольшее значение в жизни птиц имеет зрение. Глаза птиц сложно устроены. Количество палочек и колбочек в сетчатке велико - в среднем от 50 тыс. до 300 тыс. фоторецепторов на 1 мм² сетчатки, а в области острого зрения - 500 тыс. - 1 млн. Хорошо развиты у них подвижные веки, у некоторых птиц - с

ресницами, развита мигательная перепонка (третье веко). Все птицы обладают цветным зрением.

- Орган слуха у большинства птиц также хорошо развит: велики размеры полости среднего уха, слуховая косточка одна (стремечко), устроена сложно, есть зачатки наружного уха (например у сов), прикрытого снаружи контурными перьями (способствуют лучшему восприятию звука). Большинство птиц воспринимает звук в диапазоне от 30 до 20 тыс. Гц, но некоторые способны воспринимать и ультразвуки (до 35-50 кГц).
- Органы обоняния у птиц развиты слабее, но у некоторых (киви) обоняние - ведущий рецептор в поисках пищи.
- Органы вкуса птиц расположены в слизистой оболочке ротовой полости и на языке. Птицы распознают сладкое, соленое и горькое. Механорецепторы, термодетекторы, осязательные рецепторы располагаются в коже и на клюве.

Пищеварительная система

- Основной орган захватывания пищи у птиц - клюв.
- В ротовой полости птиц располагается язык, туда же открываются слюнные железы. Частичное переваривание пищи начинается уже в ротовой полости. Зубы у современных птиц отсутствуют - их частично заменяют острые края рогового покрова клюва, которым птица захватывает, удерживает и иногда размельчает пищу.
- Длинный пищевод у многих птиц расширяется в зоб, в котором пища под влиянием слюны набухает и размягчается. У голубей в период размножения эпителиальные клетки зоба отторгаются в полость и вместе с выпотом лимфы образуют так называемое птичье молочко (оно содержит свыше 10% белка и до 12-15% жира), которым они выкармливают птенцов.
- Желудок птиц делится на два отдела: железистый и мускульный. В железистом желудке пища обрабатывается пищеварительными соками, а в мускульном - перетирается до мелкой кашицы. У растительноядных птиц толстая кутикула стенок желудка имеет бугры для перетирания пищи, некоторые птицы для этого заглатывают камешки. Мелко перетертая пища поступает в кишечник, а непереваренные и не измельченные остатки пищи сбиваются в плотный комок - погадку - и выбрасываются через пищевод и ротовую полость наружу.
- У травоядных птиц кишечник более длинный, а у насекомоядных - более короткий. От желудка отходит двенадцатиперстная кишка, в которую впадают протоки печени и поджелудочной железы. Тонкая кишка переходит в прямую, открывающуюся в клоаку.
- На границе тонкой и прямой кишок расположены парные выросты - слепые кишки, увеличивающие поверхность всасывания. Интенсивность пищеварения у птиц очень высока. Высокий уровень обмена веществ связан с переработкой большого количества пищи. У мелких животных теплопотери выше, поэтому они нуждаются в большем количестве пищи. Мелкие птицы погибают без пищи через 15-30 часов, голуби - через 7-9 дней, крупные орлы могут голодать до месяца.

Дыхательная система

- Органы дыхания птиц также несут признаки приспособления к полету. Через ноздри, ротовую полость и гортань воздух попадает в трахею, а затем она разделяется на два бронха, которые переходят в легкие.
- На месте разделения трахеи на бронхи имеется расширение - нижняя гортань, в которой расположены голосовые связки, стенки ее имеют костные кольца.

Нижняя гортань играет роль голосового аппарата и особенно сильно развита у птиц, поющих или издающих громкие звуки.

- Легкие птиц парны, они относительно невелики и малорастяжимы. Бронхи в легких разветвляются на более мелкие, оканчивающиеся мелкими канальцами - бронхиолами, густо оплетенными капиллярами, через которые осуществляется газообмен.
- С легкими связаны воздушные мешки, объем которых почти в 10 раз превышает объем легких. Воздушные мешки расположены между мышцами, среди внутренних органов и в полостях трубчатых костей крыльев. Они играют большую роль в дыхании птиц во время полета. У сидящей птицы дыхание осуществляется за счет расширения и сжатия грудной клетки. В полете грудная клетка практически остается неподвижной и прохождение воздуха через легкие осуществляется в основном за счет расширения и сжатия воздушных мешков. При вдохе воздух поступает в легкие и воздушные мешки. При выдохе воздух поступает из воздушных мешков в легкие и в них снова происходит газообмен. Таким образом, в легких газообмен происходит и при вдохе, и при выдохе (во время полета). Этот тип дыхания носит название двойного дыхания. При таком способе дыхания повышается насыщение крови кислородом и усиливается обмен, организм птицы получает необходимую энергию для осуществления полета. В полете увеличивается частота дыхания. Так, утка кряква в покое совершает 10-16 дыханий в минуту, а при полете - 90-120. У мелких птиц дыхание учащено - до 60-100 дыханий в минуту в покое.

Кровеносная система

- У птиц полностью разделены артериальная и венозная кровь, правая (венозная) и левая (артериальная) половины сердца.
- Венозная кровь по крупным венам собирается в правое предсердие и поступает в правый желудочек. От него отходит легочная артерия, разделяющаяся на две ветви, идущие к соответствующему легкому. Окисленная в легких артериальная кровь по легочным венам поступает в левое предсердие, затем в левый желудочек.
- Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка, от которого отходит правая дуга аорты (левая дуга аорты редуцирована). От аорты сразу же отходят две артерии (правая и левая безымянные артерии), а дуга далее идет вдоль позвоночника - спинная аорта. От безымянных артерий отходит общая сонная артерия, затем разделяющаяся на две, несущие кровь к голове, и подключичную, разделяющуюся на идущую в мышцы крыла плечевую артерию и ветвящуюся в мышцах грудины грудную артерию. От спинной аорты отходят артерии, несущие кровь к органам тела и задним конечностям.
- Венозная система птиц сходна с венозной системой пресмыкающихся. От органов тела кровь собирается в венозные сосуды, впадающие в правое предсердие. У птиц относительно большое сердце (около 1% массы тела, иногда - 1,5-2%). У мелких птиц относительные размеры сердца больше, чем у крупных. У многих мелких птиц сердце может делать до 1 000 ударов в минуту (у человека - 60-80). Общее количество крови, число эритроцитов и содержание в ней гемоглобина у птиц выше, чем у пресмыкающихся, и сопоставимо с этими показателями у млекопитающих.

Выделительная система

- Выделение продуктов обмена и регуляция водного обмена осуществляются в основном почками. У птиц метанефрические (тазовые) почки, располагающиеся

в углублениях тазового пояса, мочеточники открываются в клоаку, мочевого пузыря нет (приспособление к полету).

- Мочевая кислота, легко выпадающая из раствора кристалликами, образует кашицеобразную массу, не задерживающуюся в клоаке и быстро выделяющуюся наружу.
- Нефроны птиц имеют средний отдел - петлю Генле, в которой осуществляется обратное всасывание воды. Кроме того, вода всасывается в клоаке. Таким образом, в организме птиц осуществляется осморегуляция. Все это позволяет удалять из организма продукты распада при минимальной потере воды.
- Кроме того, у большинства птиц есть носовые железы (особенно у морских птиц, пьющих соленую воду), служащие для удаления из организма избытка солей.

Размножение, развитие и регенерация

- Органы размножения птиц располагаются в туловище (в брюшной полости): семенники парные, яичник один (приспособление к полету - облегчение веса тела), семяпроводы открываются в клоаку. У некоторых птиц (гуси) самцы имеют совокупительный орган. Вышедшее из яичника яйцо попадает в непарный яйцевод, в верхней части которого происходит оплодотворение. По мере прохождения по яйцеводу яйцо приобретает белковую оболочку, а, попав в матку покрывается известковой скорлупой. Через влагалище яйцо выходит в клоаку, а оттуда выводится наружу. От момента проникновения яйцеклетки в яйцевод до полностью сформировавшегося и готового к откладке яйца у разных птиц проходит 12-48 часов. Строение яйца птиц отличается сложностью. Яйцо птиц имеет крупные размеры (относительно к величине животного), содержит много питательных веществ в виде желтка и белка. Зародыш развивается из небольшого зародышевого диска, находящегося на поверхности желтка. На тупом конце под скорлупой и подскорлуповой оболочкой в полости находится воздух, необходимый для дыхания развивающегося зародыша.
- Размножение птиц приурочено к определенному сезону года так, что рост птенцов происходит в наиболее богатый кормами период, при благоприятных температурах. У птиц часто бывает выражен половой диморфизм.
- Существуют моногамные птицы (орлы, гуси, цапли и др.) и полигамные, у которых пары образуются лишь на короткое время или не образуются вовсе и спаривание происходит лишь при кратковременных встречах самцов и самок. У моногамов гнездо строят оба партнера или только самка, а самец помогает. У полигамов гнездо строит только самка. Характер гнезд и их расположение необычайно разнообразны. Лишь немногие птицы не строят гнезд, откладывая яйца прямо на землю (козодои, некоторые кулики) или на уступы скал (кайры). Практически все птицы насиживают яйца, кроме сорных кур.
- Развитие зародыша в яйце протекает с образованием зародышевых оболочек - серозной и амниотической, образуется аллантоис, растущий между амнионом и серозной оболочкой. Сформировавшийся птенец с помощью «яйцевого зуба» - известкового бугорка на конце клюва - прокалывает скорлупу и через щель выползает из скорлупы и зародышевых оболочек.
- По степени физиологической зрелости в момент вылупления птенцов разделяют на две группы: зреловылупляющиеся (выводковые) и незреловылупляющиеся (птенцовые). Выводковые птенцы опушены и зрячи, обсохнув, они могут бегать, а водные - плавать и даже нырять, самостоятельно искать пищу. Птенцовые выходят из яйца беспомощными, слепыми, голыми

или слабо опушенными. Выкармливают и обогревают их родители. Птенцовые быстрее завершают свое развитие.

Экология, эволюция, природное и хозяйственное значение.

- Способность к активному полету, теплокровность и высокий уровень развития центральной нервной системы обеспечили птицам широкое распространение по земному шару. Их приспособленность к разным условиям обитания обусловила появление разных экологических групп, отличающихся внешним обликом и специфическими чертами строения. Древесные птицы обитают в лесах или в зарослях кустарника - дятлы, попугаи, поползни, кукушки, скворцы, дрозды, рябчики и др., добывая на деревьях корм и устраивая там же гнездо. Некоторые из них приспособлены к ползанию по деревьям (у дятла два пальца направлены вперед, а два - назад и снабжены загнутыми когтями, а попугаи используют еще и клюв).
- Наземные птицы - обитатели лугов, степей, пустынь (страусы, дрофы, стрепеты, некоторые кулики, куриные) - кормятся и гнездятся на земле, передвигаются в основном путем хождения, а не полета. Некоторые птицы трехпалы. Болотные птицы населяют болотистые места, заболоченные луга, заросли побережий водоемов (цапли, аисты, журавли, многие кулики), кормятся на земле или на деревьях, имеют длинные ноги с удлинненными пальцами. Водоплавающие птицы большую часть жизни проводят в воде (гагары, поганки, пингвины, бакланы, утки, гуси, лебеди и др.), хорошо плавают, хуже ходят по земле, летают обычно плохо, а некоторые совсем не летают - пингвины. Кормятся в воде, гнездятся на побережье, на земле, в зарослях, на деревьях, скалах. Ноги этих птиц отнесены назад и приспособлены к плаванию, некоторые умеют нырять, имеют плавательную перепонку на ногах. Воздушно-водные птицы в меньшей степени связаны с водоемами (чайки, крачки, буревестники), гнездятся на берегах водоемов, на каменистых уступах морских берегов, имеют вытянутое туловище, длинные крылья и короткие ноги, на которых три передних пальца соединены плавательной перепонкой. Воздушно-наземные птицы значительную часть времени проводят в воздухе (стрижи, ласточки, козодои и др.), гнездятся в постройкиках, в норах, по берегам рек, на земле, вытянутое туловище, короткую шею, длинные и узкие крылья, короткие ноги, с трудом ходят по земле, питаются насекомыми на лету.
- Большинство птиц питается животной пищей, но есть и растительноядные виды. Зимний период жизни для птиц очень труден, поскольку возникают проблемы с кормом, поэтому многие птицы совершают кочевки и миграции. Лишь *оседлые* птицы остаются в тех местах, где проходило размножение, а если и улетают, то недалеко (глухари, рябчики, дятлы, воробьиные). *Кочующие* птицы улетают за сотни километров, но обычно держатся в пределах ареала одной природной зоны (свиристели, чечетки, снегири). Самые большие миграции совершают *перелетные* птицы, зимующие в других природных зонах, - за тысячи километров от мест гнездования. Пролетный путь пеночек и ласточек, зимующих в Африке, составляет 9-10 тыс. км, а полярной крачки - 16-18 тыс. км. До сих пор механизм ориентации птиц при перелетах не изучен до конца. Установлено, что птицы могут ориентироваться по положению солнца, луны, звезд, особенностям ландшафта, магнитному полю земли. Немаловажную роль в их ориентации во время полета играет врожденный миграционный инстинкт. Перелеты птиц по определенным направлениям сложились в течение тысячелетий. Для изучения миграционных путей птиц проводят их кольцевание. В России тоже есть такой центр при Академии наук.

- Велико значение птиц в природе - они истребляют насекомых и мышевидных грызунов (сусликов, полевок, хомяков, крыс и др.). Некоторые птицы способствуют распространению растений. Так, восстановление сибирского кедра связано с кедровками, питающимися кедровыми орешками, сойки способствуют расселению дуба, свиристели, дрозды, рябчики и др. разносят семена рябины, черемухи, бузины, калины, малины и др. Многие виды диких птиц (курообразных, гусеобразных и др.) служат объектами спортивной и промысловой охоты. Одомашненные птицы (куры, утки, индейки, цесарки, голуби) издавна используются для получения мяса, яиц, пуха, пера и других ценных продуктов и промышленного сырья. Местами немногие виды птиц могут приносить и определенный ущерб: расклеывают вишню и виноград, выклеывая в поисках насекомых семена растений (проса), выдергивая проростки кукурузы.
- Участились столкновения птиц с реактивными самолетами, что приводит к серьезным авариям. Наряду с дикими млекопитающими, птицы создают природные очаги опасных заболеваний человека и домашних животных так как на них живут возбудители болезней и переносчики этих возбудителей (комары, блохи, клещи). Птицы могут быть распространителями возбудителей болезни, перемещаясь с континента на континент. Установлена роль птиц в циркуляции ряда вирусных заболеваний: орнитозов, гриппа, энцефалитов и др.

3.3.2.2.3.1. Надотряд ПЛАВАЮЩИЕ (ПИНГВИНЫ)

- Пингвины обитают в Южном полушарии - в Антарктиде, у южных берегов Южной Америки, Австралии и Африки.
- Они не летают, но прекрасно плавают, ныряют. Передние конечности пингвинов преобразовались в ласты, короткие задние конечности выполняют роль рулей: три направленных вперед пальца соединены плавательной перепонкой. На земле они стоят и ходят, держа тело вертикально.
- Хорошо развит у них киль грудины, теплозащита, кроме плотно сидящих перьев, помогают отложения жира в коже.
- Питаются животные, добывая в море моллюсков, гнездятся колониями, иногда насчитывающими десятки тысяч пар. В кладке пингвинов 1-2 яйца, насиживают их оба родителя. Птенцы вылупляются, покрытые пухом, зрячие. Родители их кормят, пока птенцы не достигнут величины взрослых.
- Вне периода размножения пингвины кочуют в море, изредка выходя на побережье или плавающие льды. Известно около 20 видов пингвинов. Наиболее крупный - императорский пингвин - достигает в высоту 1 м.

3.3.2.2.3.2. Надотряд БЕСКИЛЕВЫЕ ПТИЦЫ

- К этой группе относятся страусы и близкие к ним птицы, утратившие способность к полету. Крылья они имеют короткие, недоразвитые (у киви крылья почти исчезли). Грудные мышцы птиц развиты относительно слабо, перья рыхлые, опахала - без бородок, ноги мощно развиты в связи с хождением по земле. Страусы способны быстро бегать, поэтому число пальцев у них сократилось до трех (кроме бескрыла), а у африканского страуса - до двух. Африканские страусы достигают высоты 3 м, обитают в степях и пустынях Африки. Самка откладывает до 15 яиц в яму, массой до 1,5 кг каждое. Высиживают яйца оба родителя. Ценятся мясо страусов, яйца и, особенно, перья.
- Более мелкие страусоподобные птицы (нанду) населяют саванны и полупустыни Южной Америки. Австралийский страус эму отличается сильной

редукцией крыльев, тяжелым телосложением и короткими ногами, он моногамен. Яйца высидывает самец.

- В лесах Северной Австралии и Новой Гвинеи обитают казуары, напоминающие эму, но отличающиеся пестрой окраской и имеющие шлем из рога на голове.
- В Новой Зеландии водится самая мелкая из бескилевых птиц - киви (бескрыл), величиной с курицу.

3.3.2.2.3.3. Надотряд КИЛЕГРУДЫЕ

В группу Килегрудые входит большинство современных птиц. Почти все они способны к полету. Надотряд включает много отрядов.

3.3.2.2.3.3.1. Отряд Курообразные

Птицы средней величины, имеют широкие крылья и сильные четырехпалые ноги. Мясо их высокого качества. Они откладывают яйца в ямку на земле, питаются преимущественно растительной пищей. Домашние куры произошли от обитающих в Индии банкивских кур. Куры являются основным объектом птицеводства. Разводят также фазанов, индеек, павлинов, цесарок. Дикоживущие фазановые являются предметом охоты, как и тетеревиные (тетерева, глухари, куропатки, рябчики).

3.3.2.2.3.3.2. Отряд Голубеобразные

Имеют длинные, острые крылья, короткие ноги с четырьмя пальцами, один из которых направлен назад. Живут они обычно колониями, хорошо летают. В городах и селах распространены полудомашние сизари, в лесах и полях обитают вяхири, клинтухи и др. Вальдшнепы, дупеля и многие другие кулики (из ржанкообразных) служат объектами спортивной охоты. Чайки и крачки, обитающие по берегам морей, на озерах и реках, летают над водой, выхватывая из нее корм. Их три передних пальца имеют плавательную перепонку. К отряду гусеобразных относятся утки, гуси, лебеди. Дикие гуси считаются исходными формами, от которых были выведены породы домашних гусей и уток, дающих мясо, яйца, пух. Дикие гуси служат важным объектом спортивной и промысловой охоты. Высоко ценится пух нырковых уток - гаг.

3.3.2.2.3.3.3. Отряд дневные хищные птицы

Орлы, ястребы, луны, коршуны, соколы, грифы имеют острые изогнутые когти и сильный загнутый клюв. Обычно они живут парами, пищей им служат преимущественно позвоночные животные. Мелкие соколиные питаются насекомыми, а грифы, сипы и стервятники питаются падалью. Хищные птицы истребляют много вредных грызунов, принося большую пользу.

3.3.2.2.3.3.4. Отряд Совообразные

Ночные хищники, питающиеся различными позвоночными. Совы имеют острые загнутые когти и клюв, их огромные глаза направлены вперед. Шея столь гибкая, что позволяет поворачивать голову почти на 300°, а наружный палец ног может обращаться как вперед, так и назад. Совы истребляют большое количество грызунов. Одна сова не насыть уничтожает за год около тысячи полевок и мышей.

3.3.2.2.3.3.5. Отряд Дятлообразные

Лесные птицы, способные лазать по деревьям. Ноги у них короткие, с острыми когтями, два пальца ноги направлены вперед, а два - назад, перья хвоста жесткие, заостренные на концах. Находясь на дереве, дятел упирается хвостом в дерево и острым прямым клювом извлекает насекомых из отверстий и щелей на деревьях. Наиболее распространен пестрый дятел.

3.3.2.2.3.3.6. Отряд Воробьинообразные

К отряду воробьиных принадлежит более половины всех птиц: вороны, галки, грачи, трясогузки, сороки, чижи, ласточки и т.д. В основном это птицы малой и

средней величины, имеющие стройное туловище, короткие ноги с четырьмя пальцами, из которых три направлены вперед, а один - назад. Образ жизни птиц разнообразен. Преимущественно они дневные птицы, реже - сумеречные. Птенцовые, многие питаются насекомыми. Большинство воробьиных выкармливают птенцов насекомыми, принося большую пользу сельскому и лесному хозяйству. Так, семья розовых скворцов за лето может уничтожить свыше 100 кг саранчи. А самая маленькая птичка наших лесов - королек - истребляет за год до 4 млн лесных насекомых и их яиц. Для лесов и садов особенно полезны различные синицы, королюки, пищухи, славки, пеночки, дрозды, мухоловки, иволги. Но некоторые воробьиные (например воробьи) иногда приносят вред, поедая семена культурных растений.

Птицы, имеющие красивую окраску, а также певчие птицы - соловьи, пеночки, жаворонки и другие приносят и эстетическое наслаждение человеку.

Происхождение птиц

- Птицы произошли от одной из древних групп пресмыкающихся. Первые представители птиц появились в мезозойской эре. Первоптица археоптерикс найдена в юрских отложениях. Внешне археоптерикс напоминал птицу с длинным хвостом и крупными перьями по бокам (располагались попарно). На их челюстях располагались острые зубы, а на крыльях сохранились три длинных, свободно двигающихся пальца с когтями. Кля не было. Археоптерикс - боковая ветвь в эволюции птиц. Вероятно, археоптериксы жили на деревьях и были способны лишь перепархивать с ветки на ветку или планирующим полетом перелетать с дерева на дерево. Предками современных птиц, возможно, были какие-то еще более примитивные ящерохвостые птицы.
- В конце мезозойской эры появились настоящие птицы, у которых еще сохранялись мелкие зубы, но головной мозг был очень мал. Беззубые птицы с роговым клювом появились только в палеогене кайнозойской эры. К сожалению, палеонтологические остатки малочисленны и не дают представления о характере и темпах эволюции птиц.

3.3.2.2.4. КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (МАММАЛИА)

Млекопитающие - высший класс позвоночных животных, венчающий всю систему животного мира. Они характеризуются важными чертами общей организации:

- высокий уровень организации нервной системы, которая обеспечивает сложные и совершенные формы приспособительной реакции на воздействие внешней среды,
- взаимодействие различных органов тела;
- живорождение с выкармливанием детенышей молоком; обеспечение сохранности потомства и возможность размножения в различных условиях;
- совершенная система терморегуляции, обеспечивающая относительно постоянную температуру тела, т.е. постоянство условий внутренней среды.

Эти черты организации способствовали расселению млекопитающих в самых разнообразных жизненных средах: воздушно-наземных, водных и почвенно-грунтовых. Тело млекопитающих покрыто волосами, или шерстью (за редкими исключениями), кожа богата железами, имеющими важное функциональное значение. Млекопитающие характеризуются наличием млечных (молочных) желез, которых нет у других групп животных. Их нижняя челюсть состоит только из одной (зубной) кости, зубы дифференцированы на резцы, клыки и коренные и расположены в альвеолах. В полости среднего уха располагается три слуховые

косточки (у амфибий, рептилий и птиц - одна): молоточек, наковальня и стремячко. Сердце млекопитающих четырехкамерное с левой дугой аорты. Красные кровяные тельца не содержат ядер, что повышает их кислородную емкость.

Всего насчитывают около 4 500 видов млекопитающих. Внешний облик млекопитающих весьма разнообразен, размеры тела варьируются от 3,8 см при массе 1,5 г (карликовая бурозубка) до 30 м и более при массе около 150 т (синий кит), что соответствует массе 30 слонов или 150 быков.

Покровы

- Кожа животных, как и у других позвоночных, состоит из двух слоев: наружного - эпидермиса и внутреннего - кутиса, или собственно кожи. Эпидермис также состоит из двух слоев: глубинного, росткового (мальпигиев слой), состоящего из живых, делящихся клеток, и наружного, клетки которого вследствие рогового перерождения постепенно и слущиваются в виде перхоти или целых лоскутов (некоторые тюлени). Из клеток эпидермиса образуются волосы, ногти, когти, копыта, рога (кроме оленьих), роговые чешуи и кожные железы. Собственно кожа состоит из волокнистой ткани, в ней откладывается жир (подкожная жировая клетчатка). Она сильно развита у водных зверей - тюленей и китов, играет термоизолирующую роль и уменьшает плотность тела. Шерстяной покров также играет важную роль в терморегуляции, как кровеносные сосуды, расположенные в коже. Большую роль кожа играет в испарении с ее поверхности пота, выделяемого потовыми железами. Потовые железы имеют трубчатое строение (глубинные части имеют вид клубка). Их функция - выделение воды с растворенными в ней мочевиной и солями. Потовых желез мало у собак и кошек, у многих грызунов они расположены только на лапах, в паховой области и на губах. Китообразные, ящеры и некоторые другие лишены потовых желез.
- Сальные железы млекопитающих имеют гроздевидное строение, их протоки открываются в волосяную сумку. Выделения сальных желез предохраняет эпидермис и волосы от снашивания и смачивания, придают специфический запах каждому виду животных. Пахучие железы - видоизмененные сальные или потовые железы или их комбинация (нужны для мечения территории, распознавания особей разного пола, защиты от врагов): таковы мускусные железы кабарги, выхухоли, выдры, анальные железы хищных и зароговые железы коз, серн и других парнокопытных. Хорошо известны анальные железы скунса, секрет которых чрезвычайно едок.
- Млечные железы животных являются видоизменениями потовых желез. У низших однопроходных млекопитающих они имеют простое трубчатое строение, и их протоки открываются на определенном участке кожи брюшной поверхности, сосков нет. У сумчатых и плацентарных млечные железы имеют гроздевидное строение, и их протоки открываются в сосках, расположение желез и сосков различно. У большинства копытных железы и соски расположены в паховой области, у других - на брюхе и груди. Максимальное количество сосков - 24 (у опоссумов - сумчатых, тернеков - насекомоядных).
- В дно волосяной сумки вдаются сосочек кориума с кровеносными сосудами и нервами (волосяной сосочек, причем, ствол волоса - мертвое образование, неспособное к росту). Волосяной покров состоит из волос разного типа: пуховые волосы, ости и чувствующие волосы, или вибриссы. У большинства животных развиты пуховые волосы (подшерсток, или пух), у некоторых (олени,

кабаны, тюлени) подшерсток редуцирован, и волосяной покров представлен осями. Подземные животные (крот, слепыш и др.), наоборот, имеют только пуховые волосы. Наблюдается периодическая смена покрова млекопитающих - линька. Она может происходить дважды в году - осенью и весной (белки, зайцы, песцы, лисицы и др.), суслики и сурки линяют раз в году, а кроты - три раза. Вибриссы выполняют осязательную функцию и располагаются у разных животных в различных местах - на голове, шее, груди, брюхе.

- На коже у млекопитающих могут образовываться роговые чешуи, наиболее развитые у ящеров. Роговые чешуи могут располагаться на лапах (мышевидные грызуны) и на хвосте (мышевидные, бобры, выхухоли, некоторые сумчатые). Рога оленей развиваются из кутиса, но имеют и костное вещество. Рога, ногти, когти, копыта копытных - производные эпидермиса.

Опорно-двигательная система

- Строение скелета млекопитающих сходно со строением скелета всех наземных позвоночных, но имеет свои особенности, обусловленные разнообразием используемых ими способов движения.
- Позвоночник животных состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Позвонки имеют плоскую поверхность с хрящевыми межпозвоночными дисками. Шейный отдел у всех млекопитающих состоит из семи позвонков, только у ламантина и одного из видов ленивцев их 6, а у другого вида ленивцев - 8-10. Шейные позвонки очень длинны у жирафа и очень коротки у китообразных. Грудные позвонки несут ребра, образующие грудную клетку. Замыкающая ее грудина плоская и только у летучих мышей и роющих видов животных с мощными передними конечностями (например кротов) имеет небольшой гребень (киль), служащий для прикрепления грудных мышц. В грудном отделе 9-24 (чаще 12-15) позвонков. Последние 2-5 грудных позвонков несут «ложные ребра», не достигающие до грудины. В поясничном отделе от 2 до 9 позвонков, с которыми сливаются рудиментарные ребра. Крестцовых позвонков 4-10 (сросшихся), из них только два первых истинно крестцовые, а остальные - хвостовые. Число свободных хвостовых позвонков колеблется от 3 (у гиббона) до 49 (у длиннохвостого ящера).
- Плечевой пояс животных упрощен и связан с осевым скелетом только мышцами и связками. Он представлен большой лопаткой с гребнем на наружной стороне для прикрепления мышц, коракоид сросся с лопаткой. Ключица есть только у тех животных, передние конечности которых сохранили возможность движения в разных плоскостях (кроты, летучие мыши, приматы, кошки, медведи и др.), а у остальных она исчезла (собачьи, копытные и др.), так как у них передние конечности двигаются лишь в плоскости, параллельной плоскости тела. Тазовый пояс состоит из двух безымянных костей, образованных слиянием подвздошных, лобковых и седалищных костей, таз закрытый: лобковые и седалищные кости левой и правой сторон срастаются друг с другом по средней линии. Соединение таза с осевым скелетом прочно благодаря образованию крестца - слиянию крестцовых и части хвостовых позвонков.
- Исходный тип строения парных конечностей, типичный для наземных позвоночных, в разных отрядах млекопитающих претерпел существенные изменения: изменяется относительная длина отделов, конфигурация и толщина костей, уменьшается число пальцев и т.п. Сокращение числа пальцев или рудиментация крайних из них наблюдается у быстро бегающих видов животных, например, копытных тушканчиков. Сравнительно медленно

перемещающиеся звери, например медведи, обезьяны, опираются при хождении на всю ладонь и ступню (стопоходящие виды), быстрые бегуны (собаки, копытные) опираются только на пальцы (пальцеходящие виды) или даже на фаланги пальцев (фалангоходящие - лама). Передние лапы крота представляют землеройный вариант строения конечностей, а кисть и стопа обезьян приспособлены к хватанию. У летучих мышей сильно удлинённые фаланги второго-пятого пальцев передней конечности поддерживают натянутую между ними перепонку, образующую крыло. Задние конечности кенгуру и тушканчика приспособлены к прыжкам, а лапы китообразных и сирен в связи с укорочением отделов и увеличением числа фаланг напоминает плавник кистеперой рыбы.

- Череп млекопитающих отличается относительно крупными размерами мозговой коробки, что связано с большим объемом мозга. Кости черепа срастаются поздно, их значительно меньше. Череп присоединяется к позвоночнику двумя мышечками. Нижняя челюсть образована одной парной зубной костью. За счет уменьшения числа костей черепа кости, которые присутствовали в черепе рептилий, частью превратилась в слуховые косточки - молоточек и наковальню. Область среднего уха прикрыта специфической для млекопитающих барабанной костью. Для всех млекопитающих характерно образование твердого костного неба, отделяющего носовой проход от ротовой полости. Благодаря костному небу и продолжающему его мягкому небу - соединительнотканной перепонке - отверстия хоан сдвигаются к гортани, что дает возможность дышать, когда ротовая полость заполнена пищей. Зубы сидят в альвеолах и дифференцированы на группы в зависимости от типа питания. У насекомоядных зубы слабо дифференцированы (бурозубки), у зубатых китов дифференцировка зубов исчезла вторично, а муравьеды характеризуются полным отсутствием зубов. Зубы подразделяются на резцы, клыки, предкоренные и истинно коренные. Количество зубов записывают в виде формулы, часто указывают число зубов в одной половине челюсти. Зубная формула волка выглядит так: $[i\ 3/3, c\ 1/1, pm\ 4/4, m\ 2/3] \cdot 2 = 42$ (резцы - *i* - incisivi, клыки - *c* - canini, предкоренные - *pm* - praemolares, коренные - *m* - molares).
- Мышечная система млекопитающих высоко дифференцирована в связи с разнообразием телодвижений. Высоко развита жевательная мускулатура. Сложная подкожная мускулатура участвует не только в терморегуляции (изменение положения волосяного покрова, свертывание тела в клубок), но и в общении животных: управляет движением вибрисс и обеспечивает мимику, особенно у хищников и приматов. Только у млекопитающих есть диафрагма - мускульная стенка, разделяющая грудную и брюшную полости. Во многих мышцах содержится миоглобин, обеспечивающий резерв кислорода. Наибольшее содержание миоглобина у водных млекопитающих, что позволяет им долго оставаться под водой, особенно у китообразных (у кашалота в мышцах гемоглобина в 8-9 раз больше, чем у наземных животных). Конечности млекопитающих расположены под телом (локтевое сочленение обращено назад, а коленное - вперед). Это способствует увеличению шага, эффективности работы мышц и, как следствие, резко уменьшает затраты усилий на поддержание тела над грунтом.
- Наиболее распространенные способы передвижения млекопитающих - галоп (задние ноги при прыжке заносятся вперед передних - копытные, зайцеобразные, грызуны и др.), шаг и рысь - убыстренная перестановка конечностей по диагонали или попарно левой и правой (иноходь). Двуногое

хождение встречается у приматов. Древесные формы животных лазают и прыгают. В плавании преимущественно участвуют задние конечности и отчасти хвост. Летучие мыши летают машущим полетом. Скорости передвижения млекопитающих очень различны: самым быстрым считают гепарда (до 105-115 км/ч при броске на добычу), лучшие летуны - бульдоговые мыши (до 60 км/ч).

Нервная система и органы чувств

- Головной мозг млекопитающих имеет принципиальные особенности, позволяющие выделить его в особый «кортикальный» тип. Головной мозг животных велик, особенно полушария переднего мозга, которые сверху покрывают промежуточный и средний мозг. Мозговой свод носит название вторичного свода, или неопаллиума. Новая кора больших полушарий (зачатки появляются у амфибий и более заметны у рептилий и птиц) служит центром высшей нервной деятельности, координирующим работу других отделов мозга. Лобные доли регулируют управление общением животных, в том числе акустическим (у человека они связаны с речью, т.е. второй сигнальной системой). Кора больших полушарий несет многочисленные борозды, наибольшее количество которых наблюдается у высших млекопитающих (особенно у приматов и зубатых китов). Мозжечок млекопитающих также сравнительно крупный и подразделяется на несколько отделов, промежуточный мозг - невелик, средний мозг - мал. Продолговатый мозг дает начало большинству головных нервов (5-12). Нервные тракты связывают продолговатый мозг со спинным.
- Обонятельные доли мозга сохраняют свои функции и связаны с обонятельными луковицами. Промежуточный мозг регулирует работу вегетативных центров (процессы метаболизма и терморегуляции), в нем происходит первичная обработка зрительной информации. Гипофиз регулирует функционирование эндокринной системы. В среднем мозге производится анализ зрительной информации и расположены слуховые центры, подчиненные контролю переднего мозга. Мозжечок участвует в поддержании мышечного тонуса, равновесия и соразмерности движений частей тела. В продолговатом мозге расположены центры дыхания, работы сердца, пищеварения и т.п. Работа всех отделов мозга находится под контролем коры полушарий. Головной мозг по массе превосходит спинной в 3-15 раз, тогда как у рептилий их масса примерно одинакова, а у человека - 45:1.
- Парасимпатическая нервная система животных образована черепными нервами продолговатого мозга и спинномозговыми нервами крестцового отдела. Симпатическая нервная система состоит из нервных узлов спинномозговых нервов шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника. Основные системы органов снабжены окончаниями обеих систем. Если импульсы одной системы оказывают возбуждающее действие, то импульсы другой системы тормозят их. Такая сложная регуляция обуславливает сложные формы приспособительного поведения млекопитающих и помогает существованию в различных экологических условиях.
- Среди органов чувств главным у млекопитающих, обитающих на открытых пространствах, является зрение, а у ночных и сумеречных животных, живущих в лесных и кустарниковых биотопах, в водоемах - обоняние и слух. Обоняние у млекопитающих развито сильнее, чем у других наземных позвоночных. Органы обоняния характеризуются увеличенным объемом обонятельной капсулы и ее сложностью за счет формирования системы ответвлений - обонятельных

раковин. У китообразных обонятельный аппарат развит слабо, вследствие редукции обонятельного аппарата его функции выполняют хеморецепторы ротовой полости.

- Органы слуха у подавляющего большинства млекопитающих развиты хорошо. Они представлены внутренним, средним и наружным слуховым проходом с ушной раковиной. Последняя вторично исчезла у водных и обитающих в почве зверей. В полости среднего уха, отделенной от наружного слухового прохода барабанной перепонкой, находятся три слуховые косточки (стремечко, молоточек и наковальня). Молоточек упирается в барабанную перепонку, с ним соединена наковальня, которая сочленена со стремечком, упирающимся в окно перепончатого лабиринта (внутреннего уха) - все это усиливает восприятие звука. Развитие улитки также способствует восприятию звука. В перепончатом лабиринте расположено несколько тысяч резонирующих тончайших волокон. У многих млекопитающих (рукокрылых, мышевидных грызунов, землероек, китообразных) есть механизм ориентировки путем звуковой локации. Меняя частоту ультразвуков и улавливая их от отраженных предметов, они способны не только опознавать предметы, но и определять расстояние до них, а, может быть, их форму и другие качества. Такая эхолокация помогает ориентировке в темноте и в воде. Летучие мыши используют преимущественно ультразвуки в пределах 40-80 кГц, но сами издают и низкочастотные звуки (до 12 Гц), не воспринимаемые нашим ухом (инфразвуки). Еще шире диапазон звуков, используемый зубатыми китами, - от нескольких Гц до 200 кГц.
- Звуки млекопитающие производят в основном колебаниями голосовых связок верхней гортани. Ультразвуковые сигналы генерируются (у летучих мышей) аппаратом рта или носа. У китообразных в образовании звуков участвуют гортань в целом, края черпаловидных хрящей, воздушные мешки носового прохода и наружное дыхало. Используются животными и механические звуки: клацание и скрежетание зубами (хищные, некоторые грызуны, копытные, приматы), стук рогами, удары ногами о грунт, шум от трения игл (дикобраз) и др.
- Органы зрения млекопитающих по строению сходны с глазами других позвоночных. На неподвижные предметы млекопитающие не реагируют. Слабо развито или отсутствует у них цветное зрение. Так, кошки различают только шесть цветов, лошади - четыре, крысы не различают зелено-желтый и синезеленый цвета. Только у высших приматов цветное зрение приближается к зрению человека. Глаза водных животных похожи на глаза рыб: роговица уплощена, хрусталик круглый. Как и рыбы, водные млекопитающие близоруки. Животные, живущие под землей, имеют рудиментарные глаза, а у некоторых (например, у слепого крота) глаза затянуты кожистой перепонкой. У некоторых зверей между склерой и сосудистой оболочкой имеется слой клеток с кристалликами, образующий отражающее световые лучи зеркальце, обуславливающее «свечение» глаза отраженным светом (хищники, копытные). Аккомодация у млекопитающих (по сравнению с птицами)развита слабо и достигается только изменением формы хрусталика.
- Кожная чувствительность у животных обеспечивается рецепторами тепла и холода (термочувствительность), давления и прикосновения (осязание). Осязание осуществляется с помощью вибрисс, которые особенно развиты на морде.

Пищеварительная система

- Пищевая специализация млекопитающих вызвала значительную дифференцировку пищеварительного тракта и разнообразие пищеварительных желез. Ротовая полость начинается преддверием рта - полостью между имеющимися только у млекопитающих мясистыми губами, щеками и челюстями. У хомяков, бурундуков и обезьян имеются защечные мешки, куда они собирают пищу, переносимую в убежище. Губы обычно имеют осязательные клетки. Мясистых губ нет ни у однопроходных, ни у китообразных. Челюсти животных снабжены зубами, имеющими разную форму и назначение, причем резцы, клыки и предкоренные зубы имеют две генерации (молочные сменяются постоянными), коренные - только одну. У мелких насекомоядных (землеройки) зубы с вытянутыми вперед резцами образуют своеобразный «пинцет» для захвата и удержания добычи, а с помощью коренных зубов, имеющих бугорчатые и острые вершины, добыча дробится. У хищников имеются острые резцы, большие клыки и коренные зубы с режущими краями (хищные зубы). У обезьян клыки не велики, а коренные зубы имеют бугорчатые или плоские жевательные поверхности. У грызунов число резцов меньше (по два в верхней и нижней челюсти), клыки исчезли, а коренные приобрели бугорчатую или плоскую жевательную поверхность с перегородками на эмали. У копытных и грызунов резцы имеют острые режущие края. Усатые киты во взрослом состоянии зубов не имеют, у них развиваются пластины, называемые «китовым усом», несущие «бахрому» из переплетающихся роговых волокон и служащие для отцеживания планктона.
- Язык участвует в пережевывании и проглатывании пищи, а у копытных еще и в сборе пищи. В ротовую полость впадают протоки трех пар слюнных желез, которые содержат ферменты, расщепляющие пищу во время пережевывания. В ротовой полости и на языке расположены вкусовые сосочки. Слюна некоторых летучих мышей, питающихся кровью, содержит антикоагулянты, препятствующие свертыванию крови. У некоторых насекомоядных слюна содержит яды для умертвления добычи. Из ротовой полости через глотку пища попадает в пищевод, а затем в желудок.
- Желудок, обладающий многочисленными железами, имеет различный объем и внутреннее строение у разных животных. Обычно желудок простой. Наиболее сложно устроен желудок жвачных животных, питающихся трудноперевариваемой растительной пищей. У жвачных желудок состоит из рубца, сетки, книжки и сычуга. В первых трех отделах желудка желез нет, там происходит лишь бактериальное брожение с участием населяющих симбионтов, существующих только в нейтральной или слабощелочной среде. Разложение пищи бактериями происходит в рубце, потом пища отрыгивается в ротовую полость, смачивается слюной и попадает при повторном проглатывании в сетку. В сетке и книжке продолжаются брожение и механическое перетирание пищи. Обработка желудочным соком происходит в сычуге, в его кислой среде. В сложном желудке китообразных происходит механическая обработка пищи, поскольку их зубы не могут размельчать пищу.
- Желудочный сок млекопитающих содержит соляную кислоту (до 0,4 - 0,5%) и ферменты - пепсин (разлагает белки), липазу (разлагает жиры) и некоторые другие. Желудочный сок китообразных обладает столь высокой активностью, что разлагает такие стойкие соединения, как хитин, другими животными обычно не перевариваемый. Пищеварительные железы животных разные и располагаются по всему пищеварительному тракту: в пищеводе, пилорических придатках кишечника, желудке, кишечнике.

- Кроме тонкого, толстого и прямого отделов кишечника некоторые млекопитающие имеют слепой отдел, в котором пища подвергается бактериальному сбраживанию. Особенно сильно слепая кишка развита у животных, питающихся грубой растительной пищей: длина ее достигает 1/3 длины кишечника. У растительноядных длина кишечника значительно больше, чем у животнойядных. Протоки печени и поджелудочной железы у млекопитающих впадают в переднюю часть тонких кишок.
- Часть животных способна запасать пищу на неблагоприятный период (белки, кроты, выхухолы и др.), другие - в благоприятные для жизнедеятельности периоды питательные вещества запасают в организме (жир в подкожной клетчатке и в полости тела, гликогены в печени), а потом их используют, третьи - накапливают запасные питательные вещества, расходуют их экономно, впадая в спячку. Спячка проходит в убежищах (норах, дуплах, берлогах и т.п.). Зимний сон присущ медведям, барсукам, енотам и многим другим млекопитающим. Существуют летние спячки при наступлении засухи, (у сусликов).

Дыхательная система

- В газообмене млекопитающих основная роль принадлежит легким. Частично он может проходить в дыхательных путях и коже. Воздух через хоаны поступает в глотку, затем в гортань, трахею. Трахея разделяется на два бронха, которые, достигнув легких, делятся на все более мелкие трубочки, заканчивающиеся бронхиолами. Бронхиолы образуют на концах пузырьки - альвеолы, оплетенные кровеносными сосудами. Дыхательная поверхность легких в 50-100 раз превышает поверхность тела. Относительное увеличение легких наблюдается у высокогорных и водных млекопитающих. У китов существует кольцеобразная мускулатура, запирающая входы в альвеолы и позволяющая задерживать в них воздух даже на больших глубинах. Механизм дыхания млекопитающих двойной. При реберном дыхании изменяется объем грудной клетки, при диафрагмальном - объем грудной клетки меняется при подъеме и опускании диафрагмы (грудобрюшной мышцы). У хищников преобладает грудной тип дыхания, а у копытных - диафрагмальный. Число дыханий в минуту у крупных животных ниже (у лошади - 8-16), а у мелких, имеющих более высокий уровень метаболизма, выше (у крысы - 100-150, у мыши - 200). Дыхание участвует и в терморегуляции. Неглубокое, но частое дыхание хищников (полипноное) увеличивает испарение с поверхности верхних дыхательных путей и способствует отдаче тепла. Учащение дыхания при низких температурах усиливает газообмен в легких, увеличивая теплопродукцию организма.

Кровеносная система

- Млекопитающие, как и птицы, - гомойотермные животные, т.е. имеют постоянную температуру тела. У них полностью разделена артериальная и венозная кровь, от левого желудочка отходит левая дуга аорты.
- У большинства видов животных от нее отделяется короткая безымянная артерия, разделяющаяся на правую подключичную и сонные (правую и левую) артерии, левая подключичная артерия отходит самостоятельно. Дуга аорты, огибая сердце, тянется под позвоночником, от нее отходят разветвленные сосуды ко всем органам тела.
- Венозная система характеризуется отсутствием воротного кровообращения в почках, которое в печени, как и у других позвоночных, хорошо развито. В печени происходит нейтрализация токсических продуктов белкового обмена. По полым венам венозная кровь поступает в правое предсердие.

- Размеры сердца варьируются в зависимости от величины тела, образа жизни и интенсивности обмена веществ. У крупных животных сердце сокращается реже (у быка - 40-45 сокращений в минуту), чем у мелких (у мыши, массой 25 г, 500-600 сокращений в минуту). Относительное количество крови у млекопитающих больше, чем у нижестоящих классов.
- Лимфатическая система млекопитающих хорошо развита, а лимфатические сосуды открываются в венозные сосуды вблизи сердца.
- Мелкие эритроциты млекопитающих не имеют ядер, что увеличивает эффективность переноса кислорода. Все это обеспечивает млекопитающим высокий уровень обмена веществ и общей жизнедеятельности.

Выделительная система

- Водно-солевой обмен животных осуществляется преимущественно через почки и регулируется гормонами задней доли гипофиза. В водно-солевом обмене участвуют кожа с ее потовыми железами и кишечник.
- Метанефрические почки имеют бобовидную форму и расположены по бокам позвоночника. Мочеточники впадают в мочевой пузырь. Проток мочевого пузыря у самцов открывается в совокупительный орган, а у самки - в преддверие влагалища. У яйцекладущих (клячных) мочеточники впадают в клоаку. Реабсорбция воды и ионов натрия происходит в петле Генле, обратное всасывание полезных для организма веществ (сахара, витамины, аминокислоты, соли, вода) происходит через стенки разных отделов канальцев нефронов.
- В водном балансе определенную роль играет и прямая кишка, стенки которой из каловых масс всасывают воду (характерно для полупустынных и пустынных животных). Верблюды в кормный период способны запасать жир, расходуемый в малокормное и сухое время: при расщеплении жира образуется некоторое количество воды.

Размножение, развитие и регенерация

- Строение половых органов млекопитающих более сложное, чем у других позвоночных животных. Это связано с внутриутробным развитием и равным чувством заботы о потомстве. Семенники животных парные, расположены или в задней части брюшной полости (клячные, некоторые насекомоядные, хоботные, китообразные, сирены, носороги), или переместились в мошонку - кожистый вырост, сообщающийся с полостью тела паховым каналом (сумчатые, хищники, копытные, приматы). К семеннику прилегает вытянутое по его оси тело - придаток семенника - скопление выводящих протоков семенника. От придатка отходит семяпровод. У основания полового члена лежит предстательная железа, секрет которой образует жидкую сперму. Половой член имеет пещеристые тела, окружающие мочеполовой канал, наполнение их полостей кровью обеспечивает упругость совокупительного органа. У некоторых млекопитающих (хищных, ластоногих, грызунов и др.) его прочность связана с существованием специальной кости.
- Парные яичники всегда лежат в полости тела. В непосредственной близости от них располагаются воронки парных яйцеводов, куда и попадают яйца после их выхода из яичников. Верхние извитые отделы яйцеводов представляют собой фаллопиевы трубы, в которых происходит оплодотворение яйца. Нижний, расширенный отдел, с мускульными стенками образует матку. Далее идут расширенные отделы матки, впадающие во влагалище (у некоторых сумчатых влагалище парное). В простейшем случае матка парная, и во влагалище открываются два ее отверстия - такую матку называют двойной (у многих

грызунов, слонов и др.). У многих животных нижние отделы матки объединены - такая матка называется двураздельной (у ряда грызунов, некоторые хищников, свиней). Слияние большей части маток приводит к образованию двурогой матки (у некоторых хищников, китообразных, копытных). При полной утере парности матка называется простой (у некоторых рукокрылых, приматов). Влагалище переходит в мочеполовой синус, в который открывается и проток мочевого пузыря. В стенке преддверия влагалища расположен имеющий пещеристые тела небольшой вырост - клитор, гомологичный совокупительному органу самцов. Преддверие влагалища открывается наружу щелевидным мочеполовым отверстием, окруженным складками кожи - половыми губами. Расположенные здесь кожные железы выделяют пахучий секрет. Пахучие железы самцов, расположенные вблизи полового члена, также выделяют пахучий секрет.

- Размер яиц у млекопитающих мал (0,05-0,4 мм), и только у однопроходных они больше в связи с наличием значительного количества желтка (2,5-4,0 мм). При развитии зародыша у подавляющего большинства млекопитающих в матке формируется плацента. Нет плаценты у однопроходных, а у сумчатых она зачаточна. Плацента образуется путем срастания двух наружных околоплодных оболочек (участки серозы и наружной стенки аллантаиса), образуя губчатое образование - хорион, выросты которого внедряются или срастаются с разрыхленным эпителием матки. В этом месте происходит сплетение (но не сращивание) кровеносных сосудов материнского организма и плода, что обеспечивает снабжение зародыша кислородом и питательными веществами и вынос продуктов обмена и углекислоты.
- Плацента может иметь разное строение: если ворсинки размещены равномерно по всему хориону, то это диффузная плацента (у китообразных, некоторых копытных), если ворсинки собраны в отдельные группы - это дольчатая плацента (у жвачных), если ворсинки располагаются на участке хориона, имеющего вид обруча, то это дискоидальная плацента (у насекомоядных, хищных). После родов в стенке матки на месте прикрепления плода остаются темные, так называемые плацентарные, пятна. Детеныши у одних видов животных рождаются беспомощными, а у других - способными к активным действиям. Новорожденные сумчатые особенно мелки, недоразвиты и донашиваются в сумке. Скорость постнатального (после рождения) развития зависит от состава молока, которым мать кормит детеныша. Молоко млекопитающих содержит все необходимые для развития и роста детеныша вещества: белки, жиры, углеводы, витамины и соли.
- Половой диморфизм у млекопитающих выражен слабо (преимущественно в размерах и общем складе): самцы обычно крупнее самок, более крепкого телосложения. У усатых китов, наоборот, самки крупнее самцов. Многие парнокопытные отличаются по рогам: например самки оленей безроги (кроме северного). Не имеют рогов самки многих антилоп. У самцов ушатых тюленей развивается подобие гривы. Различие в окраске свойственно немногим видам животных. Разнополые особи различают друг друга главным образом по запаху.

Экология, эволюция, природное и хозяйственное значение.

- Млекопитающие распространены по всему земному шару. Их нет только на Антарктическом континенте. На Северном полюсе живут белые медведи. Млекопитающие освоили различные среды обитания - они живут на земле, в воде, в земле и под водой такому разнообразию расселения млекопитающих

способствуют высокая организация и гибкое поведение. Врожденная, или инстинктивная, деятельность млекопитающих сложнее и подвижнее, чем у других позвоночных. Они обладают способностью предвидеть ход многих повторяющихся событий и принимать соответствующие решения. Этому способствуют высокоорганизованная нервная система и органы чувств, обеспечивающие гибкое поведение большинства млекопитающих.

- Млекопитающие способны к образованию временных или стойких группировок особей на основе общения и согласованного поведения. Контакты и частое взаимодействие животных в таких группировках обеспечивают воспитание молодняка и обогащение его опытом предшествовавших поколений. В некоторых группах животных существует разделение обязанностей. Так, в стаях (прайдах) львов самцы преимущественно заняты охраной территории, а самки добывают пищу и заботятся о молодняке. В больших стаях волков при нападении на крупную добычу одни гонят ее, а другие преграждают путь или нападают из засады.
- Полезные млекопитающие многочисленны и разнообразны. Человек давно приручил некоторые виды животных (15 видов), кроме того, пушных зверей разводят в клетках; используют в качестве лабораторных моделей (кролики, крысы, мыши, морские свинки, летучие мыши и др.). Разведение животных в неволе сопровождается выведением новых пород. Широко распространены охота и промысел некоторых животных. Животные используются в качестве источника пищи, для получения ценного сырья: пушнины, кожи и многого другого. Но многие из млекопитающих приносят и вред: дикие животные нападают на домашних, вредят лесам и сельскохозяйственным растениям, являются хранителями и распространителями болезней человека и домашних животных (сурки, суслики, мыши, песчанки, водяные крысы, зайцы, собаки, хищные, копытные и др.). Многие животные являются для человека источником эстетического удовольствия, а без домашних животных жизнь была бы скучна и не интересна.

Класс млекопитающих делится на два подкласса:

- 1) подкласс Первозвери, или клоачные (Protheria), включающий отряд однопроходных (Monotremata);
- 2) подкласс Звери (Theria), подразделяющийся на инфраклассы:
 - Низшие звери, или Сумчатые (Metatheria),
 - Высшие звери, или Плацентарные (Eutheria, seu Placentalia).

Класс млекопитающих включает 19 современных и 12-14 вымерших отрядов.

3.3.2.2.4.1. Подкласс ПЕРВОЗВЕРИ, или клоачные (Protheria)

3.3.2.2.4.1.1. Отряд ОДНОПРОХОДНЫЕ, или ЯЙЦЕКЛАДУЩИЕ

Это наиболее примитивные среди современных млекопитающих, сохранившие ряд черт, унаследованных от рептилий:

- откладка яиц,
- наличие коракоида, не соединенного с лопаткой,
- некоторые детали черепа,
- развиты сумчатые кости (небольшие косточки таза), как и у пресмыкающихся.

Признаки млекопитающих:

- Наличие волосяного покрова
- Существование млечных желез (Однако млечные железы яйцекладущих примитивны и имеют трубчатое строение, как и потовые железы.)

Черты, сходные с птицами:

- Откладка яиц (скорее это признак больше адаптивный, чем генетический). Некоторая редукция правого яичника.
- Наличие в пищеварительном тракте карманов, напоминающих зоб птиц.
- Отсутствие внешнего уха.

Но говорить о родстве однопроходных с птицам не приходится, так как этому нет прямых доказательств.

У взрослых яйцекладущих нет зубов. По температуре тела они занимают промежуточное положение между пойкилотермными (пресмыкающимися) и гомойотермными (млекопитающими и птицами) - температура тела у ехидны около 30°C, а у утконоса - около 25°C. Вообще температура тела у них меняется в зависимости от температуры внешней среды: у ехидны меняется от +5 °C до +30 °C и всегда выше температуры окружающей среды на 4-6 °C. В настоящее время известны утконос и четыре вида ехидн, обитают они в Австралии, Новой Гвинее и Тасмании.

Размножаются однопроходные, откладывая яйца, которые либо высидывают (*утконосы*), либо вынашивают в сумке, образованной складкой кожи брюха (*ехидны*), выкармливают детенышей молокообразной жидкостью, выделяемой молочными железами, протоки которых открываются на коже брюшка. Поскольку сосков нет, детеныши слизывают жидкость, стекающую по волосам. Наличие клоаки - признак, сохранившийся от рептильных предков. Кора полушарий животных развита слабо. Тело утконосов покрыто густым мягким мехом, они имеют широкий, похожий на утиный клюв. Пальцы их ног соединены плавательной перепонкой. Обитают утконосы в норах по берегам рек, хорошо плавают и ныряют, питаются мелкими водными животными. Ехидны покрыты иглистым покровом и несколько напоминают ежей, клюв имеют короткий, конический. Самка откладывает одно яйцо, которое вынашивает в сумке. Питаются ехидны насекомыми.

3.3.2.2.4.2. Подкласс ЗВЕРИ (Theria)

3.3.2.2.4.2.1. Инфракласс СУМЧАТЫЕ (НИЗШИЕ ЗВЕРИ)

- Сумчатые млекопитающие, за исключением американских опоссумов, распространены в Австралии и на прилегающих островах. Плацента у них отсутствует или выражена слабо, детеныши рождаются после короткого периода развития слабо развитыми. Сумчатых насчитывают около 200 видов, среди них есть насекомоядные, хищные и растительноядные формы. Длина их тела, включая длину хвоста, колеблется от 10 см (сумчатая мышь Кимберли) до 3 м (большой серый кенгуру). Сумчатые более высокоорганизованные животные, чем однопроходные: температура тела у них выше (в среднем 36 оС).
- Характерная черта сумчатых - наличие так называемых сумчатых костей (особых косточек таза). Сумка для вынашивания детенышей есть у большинства сумчатых, однако не у всех она одинаково развита, есть виды, у которых сумка отсутствует. Сумчатые отличаются особым строением нижней челюсти, нижние (задние) концы которой загнуты внутрь. У них коракоидная кость слита с лопаткой. Зубы сумчатых представлены резцами (делятся на многорезцовых и двурезцовых) и коренными зубами, имеющими притупленные бугорки, клыков нет или они недоразвиты. Млечные железы животных имеют

соски, к которым прикрепляются только что родившиеся детеныши. Протоки млечных желез открываются у края сосков, как у обезьян и человека, а не во внутренний резервуар, как у большей части млекопитающих.

- Недоразвитый рождающийся детеныш прикрепляется к соску в сумке, и в ней протекает дальнейшее его развитие. Размеры новорожденного большого серого кенгуру не превышают 25 мм, у других - еще меньше (до 7 мм). Молоко впрыскивается в рот детенышу сокращением особых мышц молочных желез. Детеныш, несмотря на его недоразвитие, так крепко прикрепляется к соску, что его трудно отделить. Обычно число сосков соответствует числу детенышей. Разные виды сумчатых проводят в сумке различный срок до того момента, когда детеныш способен к питанию другой, кроме молока, пищей. Мать обычно заранее подыскивает гнездо или логово, где дети некоторое время живут под ее наблюдением.
- Сумчатые обитают в различных местах: лесах, степях, горах, могут бегать, лазать, жить в норах и под землей. Из сумчатых хорошо известны различные виды кенгуру, передвигающиеся прыжками на сильно развитых задних конечностях, укороченные передние конечности служат для захвата пищи. Хищный сумчатый волк, почти полностью истребленный, напоминает внешним видом собаку. Сумчатый медведь коала, питающийся листьями, обитает на эвкалиптах. Есть сумчатые куницы, сумчатые белки и сумчатые летяги - ведут древесный образ жизни. В почве обитают слепые сумчатые кроты.
- Самые примитивные из сумчатых - опоссумы - населяют Американский континент. Опоссумы почти всеядны. мех опоссума используется для изготовления верхней одежды, мясо пригодно в пищу. Вообще многие сумчатые дают ценную пушнину, а мясо кенгуру хорошего качества. В палеогене они были широко распространены, но позднее (кроме Австралии и Америки) были вытеснены высокоорганизованными млекопитающими.

3.3.2.2.4.2.2. Инфракласс ВЫСШИЕ ЗВЕРИ, ИЛИ ПЛАЦЕНТАРНЫЕ

- Головной мозг плацентарных имеет более сложное строение, чем мозг сумчатых, их зубы более дифференцированы, клоаки нет, коракоид срастается с лопаткой. У них настоящее живорождение, детеныши при рождении более или менее развиты и могут сами сосать молоко. Плацентарные объединяют 17 отрядов.

3.3.2.2.4.2.2.1. Отряд НАСЕКОМОЯДНЫЕ.

Это небольшие зверьки (длина тела 3,5-44 см), отличающиеся примитивностью строения (ежи, кроты, тенреки, землеройки, прыгунчики и др.). Волосной покров их короткий, мягкий или имеют колючки (ежи). Слуховые барабаны животных недоразвиты, зубы слабо дифференцированы, полушария почти без извилин. Животные стопоходящие. Большинство активны ночью, часть - круглые сутки. Крот и выхухоль - промысловые виды (выхухоль охраняется законом). Землеройки и ежи истребляют многих вредных животных (особенно личинок насекомых). Распространены повсеместно, кроме Австралии, Антарктиды и большей части Южной Америки.

3.3.2.2.4.2.2.2. Отряд РУКОКРЫЛЫЕ, или летучие мыши (около 850 видов) - животные, приспособившиеся к полету, длина их тела 3-40 см. Кожная летательная перепонка натянута между вторым-пятым пальцами передних конечностей, предплечьем, плечом, боками тела, задними конечностями и хвостом. Первый палец передних конечностей снабжен когтем. Грудные мышцы, двигающие крылья, прикреплены к груди, имеющей киль. Желудок животных

простой, слепая кишка часто отсутствует. Активны они в сумерках и ночью. Особенно развиты у них слух и обоняние, характерна способность к эхолокации (диапазон от 10 до 200 кГц). Рукокрылые ведут одиночный или групповой образ жизни, в умеренных широтах совершают сезонные миграции, на зимовках и дневках могут образовывать большие скопления, более многочисленны в тропиках. Рукокрылые питаются преимущественно насекомыми, принося большую пользу, - питаются рыбой, некоторые - кровь крупных животных или нектаром цветов.

3.3.2.2.4.2.2.3. Отряд ГРЫЗУНЫ - наиболее многочисленный отряд животных, включают примерно 1 700-2 000 видов. Встречаются грызуны во всех частях света и обитают в различных местах, они растительноядны. Для грызунов характерно своеобразное строение зубной системы, приспособленной к разгрызанию и разжевыванию твердой растительной пищи. В верхней и нижней челюстях у них имеется по одной паре больших долотообразных, лишенных корней и постоянно растущих, резцов. Твердая эмаль покрывает только наружную поверхность резцов, поэтому, стачиваясь, они всегда остаются острыми. Клыков у животных нет, на их месте имеется промежуток - диастема. Поверхность предкоренных и коренных зубов бугорчатая и приспособлена к перетиранию грубой растительной пищи. Пищеварительный тракт грызунов длинный, обычно есть слепая кишка. Мелкие виды быстро достигают половой зрелости. Полушария головного мозга у них гладкие, без извилин, пальцы несут когти.

Значение грызунов для человека велико. Бобры, сурки, белка, ондатра, шиншиллы и другие - ценные пушные звери (особенно шиншилла, мех которой считается одним из самых дорогих в мире). Среди мышей, полевок, песчанок и сусликов много вредителей сельскохозяйственных культур, хранителей и переносчиков опасных болезней человека и домашних животных (чумы, туляремии, энцефалитов, лейшманиоза, лентоспирозов и др.). Лемминги - члены биоценозов Арктики, белки, бурундуки и полевки обитают преимущественно в тайге, полевки, мыши, сони и многие другие населяют широколиственные леса, степи, саванны, а сурки, песчанки, хомяки, суслики, тушканчики и многие другие живут в пустынях, саваннах, полупустынях. Грызуны играют важную роль в почвообразовании и формировании растительного покрова.

3.3.2.2.4.2.2.4. Отряд ЗАЙЦЕОБРАЗНЫЕ (зайцы, кролики, пищухи) имеют зубную систему, напоминающую зубную систему грызунов, но в верхней челюсти за передней парой больших долотообразных резцов находится вторая пара маленьких столбиковидных резцов. Волосной покров животных разнообразен: от густого пушистого до относительно редкого щетинистого. Питаются зайцеобразные растительной пищей. Дикие кролики встречаются на юге Украины. Домашних кроликов разводят ради мяса, шкурки и пуха. Зайцы служат предметом охоты, но могут приносить вред, объедая зимой кору деревьев.

3.3.2.2.4.2.2.5. Отряд КИТООБРАЗНЫЕ насчитывают около 80 видов, живут только в воде (вторичноводные). Форма их тела торпедообразная, шея не выражена, передние конечности превратились в ласты, а задние - редуцированы, от них сохранились лишь рудименты тазового пояса, кожа голая (лишена волос), но очень эластичная, есть толстый подкожный слой жира, имеется хвостовой плавник, а у части - и спинной, позвоночник слабо дифференцирован, подвижен, ноздри смещены на верхнюю поверхность головы, воздухоносные пути образуют особые воздушные мешки, играющие роль в генерации звуков, альвеолы легких запираются мускулами - сфинктерами, удерживающими воздух при погружении на глубину. Емкость легких китообразных высока (до 14 тыс. л воздуха), кровь и

мышцы содержат большое количество гемоглобина, что позволяет китам подолгу находиться под водой с одной порцией воздуха в легких (кашалоты и бутылконосы могут находиться под водой на глубине до 1 км до 1,5 часов, кроме того, во время ныряния деятельность сердца замедляется более, чем вдвое, и ток крови перераспределяется так, что кислородом снабжаются в первую очередь мозг и сердечная мышца, другие отделы тела, менее чувствительные к кислороду, переводятся на голодный паек - например мышцы тела получают кислород из мышечного гемоглобина). Поэтому у китообразных не наблюдается кессонной болезни (насыщение крови азотом при увеличении давления на глубине). Питаются китообразные, «отцеживая» мелких планктонных животных (усатые киты) или захватывая добычу коническими зубами (зубатые киты), приносят обычно одного детеныша раз в два года. Часть видов совершает регулярные миграции на большие расстояния, ориентируются с помощью эхолокации. К зубатым китам относятся огромные кашалоты, крупные белухи, касатки и небольшие дельфины, к беззубым китам - гренландский кит и киты-полосатики. К ним относится и синий кит - самое крупное животное мира (длина до 33 м). В настоящее время добыча всех видов китов запрещена. Людьями используются мясо китов, китовый жир и китовый ус (особенно ценится).

3.3.2.2.4.2.2.6. Отряд ЛАСТОНОГИЕ объединяют тюленей, моржей, сивучей, морских котиков и некоторых других животных (около 30 видов), проводят всю жизнь в воде, выходя на берег или лед для отдыха, спаривания, рождения детенышей и во время линьки. Ластоногие крупнее наземных хищников (масса тела от 40 до 3 600 кг), покрыты жесткими волосами (у молодых с подпушью), под кожей имеют толстый слой жира (особенно у животных, живущих в холодных морях). Тело животных удлиненное, обтекаемое, конечности превратились в ласты, выступающие за пределы туловища с половины предплечья (передняя) и трети голени (задняя конечность), между пальцами натянута толстая кожистая перепонка. Основным движителем ластоногих являются ласты задних конечностей, передние используются как стабилизаторы и рули. Зубы у них преимущественно конические. У тюленей задние конечности направлены всегда назад и не участвуют в движении по суше или льду. У моржей, сивучей и морских котиков ласты могут подгибаться вперед и помогать движению по твердому субстрату. У морских котиков волосяной покров густой, с пухом, а у тюленей - жесткий, у взрослых состоящий из грубых остевых волос. Ластоногие промысловые животные. Ценится их мясо (моржи), но особенно мех (морские котики) и моржовая кость, кроме того, из них получают технический жир и кожевенное сырье. Морские котики размножаются в пределах России на островах Дальнего Востока, где их охраняют и производится забой.

3.3.2.2.4.2.2.7. Отряд ХИЩНЫЕ - преимущественно плотоядные животные, хотя есть растительноядные и даже всеядные (медведь). Величина и форма их тела разнообразны - длина от 14 см до 3 м, масса от 100 г до 1 т. Резцы животных малы, клыки всегда хорошо развиты, коренные зубы с бугорчатыми поверхностями, часто с режущими краями. Животные характеризуются наличием хищных зубов: это последний предкоренной верхней челюсти и первый коренной нижней челюсти, которые имеют большие размеры и режущие края. Хищные обладают волосяным покровом, у животных, живущих на севере, он отличается густотой и пышностью. Насчитывает около 240 видов хищных, распространены они повсюду. Наибольшее значение имеют псовые (собаки), медвежьи, куны, кошачьи.

- Семейство Псовые - животные средней величины, имеют пальцеходящие конечности, невтяжные когти, приспособлены к бегу. Охотятся животные преследованием, у них развиты органы обоняния (имеют длинную вытянутую морду). Им свойственна сложная организация - крупные семьи, стаи. К псовым относятся домашние собаки, волки, шакалы, лисицы, песцы и др. Лисица и песец - важные пушные звери, они разводятся на фермах. Волк ранее приносил значительный ущерб животноводству, но в настоящее время его численность резко сокращена, он является регулятором размножения грызунов, поскольку использует их в пищу.
- Семейство Медвежьи - крупные стопоходящие звери - распространены преимущественно в северном полушарии. Белый медведь обитает в Арктике, питается тюленями и активен круглый год. Бурый медведь населяет лесную зону, питается смешанной пищей с преобладанием растительной, на зиму залегает в берлоге, где рождает 2-3 детенышей. Мелкий черный медведь, обитающий в Юго-Восточной Азии (у нас только в Уссурийском крае), ведет полудревесный образ жизни.
- Семейство Кошачьи насчитывают 36 видов - наиболее плотоядные животные-охотятся, подкарауливая добычу, редко преследуют ее, имеют пальцеходящие конечности с втягивающимися когтями. Кошки - наземные звери, но многие лазают по деревьям, распространены повсюду, кроме Австралии. Кроме домашней кошки, к кошачьим относятся львы, тигры, леопарды, рыси, дикие кошки, камышовый кот, ирбис, пумы, гепард и др. Часто их истребляют из-за ценного меха. Львы образуют группировку (прайды). Самое быстрое животное - гепард.
- Семейство Куньи объединяют соболя, куницу, горностая, ласку, хорька, норку, выдру и др. Их размеры невелики (средние). Они стопоходящие или полустопоходящие, размножаются весной. Когти у них невытяжные. В спячку впадает только барсук. Большинство куньих - ценные пушные звери. Горностай, ласка, хорек питаются вредными грызунами.

3.3.2.2.4.2.2.8. Отряд НЕПАРНОКОПЫТНЫЕ - это тапиры, зебры, носороги, куланы, лошади - крупные растительноядные животные с наиболее развитым третьим пальцем (у части видов сохраняется только один). Редукция остальных пальцев (большая или меньшая) соответствует скорости бега (максимальна у однопалых). Концевые фаланги пальцев животных покрыты роговыми копытами, ключиц нет, желудок простой. Наиболее примитивны тапиры: у них четырехпалые передние конечности, задние - трехпалые. Они населяют болотистые места и берега водоемов, хорошо плавают и даже ныряют. Носороги имеют крупные размеры - длина тела 2-4 м, масса 1-3,5 т, конечности их трехпалые, толстая кожа почти лишена волос, на носовых и лобных костях развиваются 1-2 рога, клыки редуцированы. Распространены они в Африке и Юго-Восточной Азии. Лошади способны к быстрому бегу, на передних и задних конечностях у них - по одному пальцу, от второго и четвертого пальцев сохранились рудименты, желудок однокамерный, слепая кишка велика. Длина кишечника у лошадей в 12 раз превышает длину тела.

Домашние лошади произошли от вымершей дикой лошади - тарпана, прежде широко распространенного в Евразии. В Туркмении и Казахстане сохранились куланы - животные совмещающие признаки лошадей и ослов. Ослы отличаются от лошадей узкими копытами, длинными ушами и короткой шерстью на хвосте, кроме удлиненной концевой кисти. В ряде стран используют в качестве упряжных и верховых животных помесь осла и кобылы - мулов и помесь жеребца и ослицы -

лошаков. Но и мулы, и лошаки - бесплодны. Зебры распространены в африканских саваннах.

3.3.2.2.4.2.2.9. Отряд ПАРНОКОПЫТНЫЕ - растительноядные или всеядные животные (свиньи, бегемоты, Дикие быки, горные бараны и козлы, лоси, антилопы, олени, жирафы и многие другие). В основном это крупные и средней величины животные (кроме жвачных), способные к быстрому бегу. Конечности их четырехпалые: третий и четвертый пальцы крупные и служат опорой, а второй и пятый значительно меньше. Концевые фаланги пальцев животных одеты роговыми копытами, ключиц нет, у большинства желудок состоит из нескольких отделов, растительноядны, преимущественно стадные, кочующие животные, насчитывают 170 видов, расселены повсюду, а в Австралию завезены человеком.

1. Подотряд НЕЖВАЧНЫЕ включают свиней и бегемотов. Их туловище массивно, ноги короткие, конечности четырехпалые (два средних пальца развиты сильнее боковых). Желудок может состоять из одного, двух или трех отделов. Коренные зубы животных бугорчатые, клыки большие с постоянным ростом, не способны к быстрому бегу, питаются как растительной, так и животной пищей. Свиньи встречаются в Евразии и Африке, пекари населяют Южную и Центральную Америку, бегемоты - Тропическую Африку (обитают в воде, питаются водной и прибрежной растительностью). Дикий кабан - родоначальник многочисленных домашних пород свиней.
2. Подотряд ЖВАЧНЫЕ (около 160 видов) имеют более длинные ноги, чем нежвачные, пальцев два или четыре (второй и пятый пальцы малы и земли не касаются), в верхней челюсти нет ни резцов, ни клыков (клыки есть у оленьков и кабарги), желудок сложный, обычно из четырех отделов. Проглоченную пищу животные отрыгивают (жвачка) и подвергают пережевыванию. Большинство жвачных имеет рога - выросты лобной кости, у части видов одеты роговым чехлом, коренные зубы имеют лунчатое строение для перетирания пищи, кишечник очень длинный, молочные железы образуют вымя с 2-4 сосками. Среди жвачных имеются и дикие, и одомашненные животные. Дикие - зубры, бизоны, буйволы, яки, горные бараны и козлы, антилопы, олени, жирафы, одомашненные - крупный и мелкий рогатый скот. Могучие дикие быки - зубры прежде были широко распространены в Европе, но позднее были почти полностью истреблены. В настоящее время их удалось восстановить и размножить в ряде заповедников. Многие дикие животные служат предметом охоты и промысла. Разводимый крупный рогатый скот произошел от тура, к настоящему времени истребленного. Жвачные животные - источник пищевых продуктов (мясо, молоко, масло и т.д.), кроме того от них получают кожу, шерсть. Северные олени используются в качестве транспортного средства, из молодых рогов пятнистых оленей и маралов получают ценное лекарство - пантокрин.
3. Подотряд МОЗОЛЕНОГИЕ представлены верблюдами и ламами. Их конечности имеют два пальца, лишены копыт и заканчиваются искривленными роговыми образованиями типа ногтей. Опираются животные на подстилающую пальцы эластичную мозолевидную подушку. Дикий двугорбый верблюд сохранился лишь в Монголии. Одногогорбый верблюд уже известен как домашнее животное. В Южной Америке в горах обитают безгорбые верблюды - ламы (гуанако и вилкунья). Они также одомашнены.

3.3.2.2.4.2.2.10. Отряд ХОБОТНЫЕ - наиболее крупные наземные звери (высота в плечах 3-4 м. масса 4-5 т), процветали в третичном периоде, включают африканских и азиатских слонов. Хобот животных - сильно удлинённый

мускулистый нос, сросшийся с верхней губой и поддерживаемый хрящом, используется как хватательный орган. Конечности хоботных пятипалые с небольшими копытцами и плоской ступней. На подошве под кожей располагается желеобразная пружинящая подстилка, обеспечивающая бесшумный шаг и движение по вязкому грунту. Кожа животных голая и толстая, бивни - разросшиеся и далеко выдающиеся верхние парные резцы (растут в течение всей жизни). С каждой стороны челюсти у хоботных имеется по одному функционирующему коренному зубу; при снашивании они заменяются следующими. Самка через 18-22 месяцев беременности рождает одного детеныша весом 100 кг. У индийского слона бивни есть только у самцов; он легко приручается, но в неволе не размножается. Африканский слон более крупный, бивни имеют и самки, приручается трудно. Мамонт - вымершее животное был покрыт шерстью, обитал в приледниковых районах.

3.3.2.4.2.2.11. Отряд ПРИМАТЫ объединяют около 190 видов. Для обезьян характерно мощное развитие полушарий головного мозга, кора которого образует систему извилин и борозд. В связи с древесным образом жизни у большинства видов приматов конечности пятипалые, стопоходящие. Первый палец противопоставлен остальным, что обеспечивает хватательную функцию при лазании по деревьям. Длина их тела составляет от 10 (мелкие полуобезьяны) до 180 см (гориллы), имеется волосяной покров, особенно густой и мягкий у полуобезьян. Зубы всех категорий и их форма связана с характером пищи обезьян (преимущественно растительной). Желудок у них простой, имеется слепая кишка. В связи с развитием головного мозга животных отличаются сложным поведением. Приматы - один из древних отрядов плацентарных млекопитающих, их предки - верхнемеловые насекомоядные. В настоящее время они распространены в субтропической и тропической областях Азии, Африки, на островах Зондского архипелага и на Филиппинах.

- К низшим приматам, или полуобезьянам, относятся семейства тупайи, лемуры, лори - это мелкие (около 90 видов) или средней величины животные, ведущие древесный образ жизни.
- Высшие обезьяны (более 100 видов) по сравнению с низшими имеют более крупные полушария переднего мозга, часто с извилинами и бороздами. Активны животные обычно днем.

Высшие обезьяны подразделяются на:

- «широконосых» (капуцины, ревуны и игрунки),
- низших узконосых (павианы, мартышки, макаки и др.).
Животные средних и крупных размеров ведут наземный или древесно-наземный образ жизни, образуют крупные стада с упорядоченной организацией отношений.
- высших узконосых, или человекообразных (гibbonы, гориллы, шимпанзе, орангутанги).

Гиббоны (Юго-Восточная Азия, Индонезия), гориллы, шимпанзе (Африка) и орангутанги (или орангутаны; обитают на о. Суматра и Калимантан) отличаются тем, что передние конечности у них длиннее задних, голова округлая и сложно устроена кора головного мозга. «Лицо» обезьян слабо покрыто волосами, ладони кистей и подошвы ног голые. Обитают они в тропических лесах, гориллы и шимпанзе ведут наземно-древесный образ жизни, гиббоны и орангутанги почти все время держатся на деревьях.

Относится к высшим обезьянам (зоологически) и человек разумный (*Homo sapiens*). Его эволюция шла длинным и сложным путем через ряд древних людей: австралопитеков, питекантропов, синантропов, неандертальцев. Развитие человека разумного было связано с процессом труда. Появление коллективной трудовой деятельности привело к становлению социальных отношений и общественного строя.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Млекопитающие произошли от появившихся еще в верхнем карбоне звероподобных рептилий. Оба подкласса древних млекопитающих - первозвери и настоящие звери - возникли в триасовом периоде от одной исходной группы звероподобных рептилий с примитивными трехбугорчатыми зубами. В отложениях юрского периода обнаружены остатки своеобразных животных, по ряду признаков близких к насекомоядным млекопитающим. Настоящие звери, возможно, дали начало подавляющему большинству современных млекопитающих - сумчатым и плацентарным. Однопроходные, вероятно, произошли от другой ветви трехбугорчатых первозверей, останки которых обнаружены в отложениях триаса.