

**Крымский научный центр  
Национальной академии наук Украины и  
Министерства образования и науки Украины  
Таврический национальный университет  
им. В. И. Вернадского**

**Леонов С.В., Ковблюк Н. М., Гольдин П. Е.**

**Методические рекомендации  
к изучению дисциплины «Зоология позвоночных»  
для самостоятельной подготовки  
студентов-биологов дневной формы обучения**



**Симферополь 2008**

**УДК 597/599**

**Леонов С.В.** (*доцент кафедры зоологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, научный сотрудник Крымского научного центра, к.б.н.*).

**Ковблюк Н. М.** (*доцент кафедры зоологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, научный сотрудник Крымского научного центра, к.б.н.*).

**Гольдин П. Е.** (*ассистент кафедры зоологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, научный сотрудник Крымского научного центра, к.б.н.*).

Методические рекомендации к изучению дисциплины «Зоология позвоночных» для самостоятельной подготовки студентов-биологов дневной формы обучения

Симферополь: ИО КНЦ, 2008 г.

Материалы изданы в авторской редакции

Редактор: Башта А. И.

Технический редактор: Глупкина Ж. И.

Компьютерная верстка: Мамедов З. К.

© Леонов С.В., Ковблюк Н. М., Гольдин П. Е. 2008

© КНЦ, 2008

Отпечатано в ИО Крымского научного центра, объем 1.2  
95007, г. Симферополь, проспект академика Вернадского, 2

Методические рекомендации к изучению дисциплины  
«Зоология позвоночных»  
для самостоятельной подготовки студентов-биологов  
дневной формы обучения  
  
специальности 6.070400 «биология»  
образовательно-квалификационного уровня «бакалавр»  
профессионального направления подготовки 0704 «биология»

Составители  
**Леонов С. В., Ковблюк Н. М., Гольдин П. Е.**

**Крымский научный центр  
Национальной академии наук Украины и  
Министерства образования и науки Украины  
Таврический национальный университет  
им. В. И. Вернадского**

**Леонов С. В., Ковблюк Н. М., Гольдин П. Е.**

**Методические рекомендации  
к изучению дисциплины «Зоология позвоночных»  
для самостоятельной подготовки  
студентов-биологов дневной формы обучения**

*Утверждено к печати  
на заседании Научно-технического совета  
Крымского научного центра  
НАН Украины и МОН Украины  
Протокол № \_\_\_ от \_\_\_ декабря 2008 года*

**Симферополь 2008**

Хордовые – это только один из более чем 30 типов животных. В современной фауне около 2% видов животных относятся к типу Хордовых (всего на Земле известно около 2 млн. видов животных; среди них 43 тыс. видов хордовых). Однако именно высшие хордовые (позвоночные) и на море и на суше занимают завершающие звенья в цепях питания.

Для описания относительного расположения частей и органов тела животных используются следующие термины, характеризующие плоскости:

1) **поперечная**;

2) **сагиттальная** – пересекает тело продольно по средней линии от головы до хвоста, разделяя тело на правую и левую части;

3) **фронтальная** – пересекает тело продольно, разделяя тело на спинную и брюшную части. Верхняя поверхность тела называется **дорсальной**, или спинной, нижняя – **вентральной**, или брюшной.

**Передний и задний** – термины, которые указывают положение органа по отношению к направлению движения животного (считается, что животные двигаются в сторону головы).

**Краниальный** – расположенный ближе к голове; **каудальный** – расположенный ближе к хвосту. **Медиальный** – расположенный ближе к средней линии; **латеральный** – более удалённый от средней линии. **Проксимальный** – расположенный ближе к месту прикрепления органа; **дистальный** – дальше от места прикрепления.

### **Основные характерные признаки типа хордовых**

1. Наличие осевого скелета в виде хорды, которая может частично или полностью замещаться позвоночным столбом.
2. Нервная система в виде трубки, которая лежит над хордой (у позвоночных дифференцируется на головной и спинной мозг).
3. Передний отдел пищеварительной трубки (глотка) участвует в дыхании (у водных хордовых в глотке расположены сквозные жаберные отверстия, которые открываются наружу; у наземных позвоночных в глотку открываются гортань и евстахиевы трубы).
4. Сердце находится вентрально под пищеварительной трубкой и толкает кровь вперёд (но у оболочников кровеносная система незамкнута, а у бесчерепных нет сердца).

### **Признаки, объединяющие хордовых с другими типами**

1. Вторичный рот.
2. Вторичная полость тела – целом.
3. Билатеральная симметрия.
4. Метамерное расположение органов.

## Некоторые общие понятия и черты организации подтипа позвоночных

### Ткани

**Эпителиальная** – эпидермис кожи, выстилка всех трубчатых органов (включая сосуды), железистые клетки во всех железах внешней и внутренней секреции (включая печень и гонады).

**Соединительная** – волокнистая ткань кожи, подслизистый слой трубчатых органов, жировая ткань, кость, хрящ, дентин, волокна (в том числе, эластические), сухожилия и связки, кровь и лимфа.

**Мышечная** – поперечнополосатые мышцы (скелетные и сердечная), гладкие мышцы внутренних органов.

**Нервная** – нейроны, нейроглия.

### Зародышевые листки и их производные

**Эктодерма** – эпидермис кожи и его роговые производные, эпителий ротовой полости и ануса или клоаки, эмаль зубов, эпителий носовой полости и внутреннего уха, нервная система, сетчатка глаза, хрусталик глаза, жабры челюстноротых (частично).

**Мезодерма** – кориум (дерма) и его костные производные, скелет, мускулатура, стенки целома (стенки грудной и брюшной полостей, околосердечной сумки, брыжейка), оболочка хорды, сердечно-сосудистая система, выделительная система, половая система.

**Энтодерма** – выстилка пищеварительного тракта; печень, поджелудочная железа; плавательный пузырь; хорда; выстилка трахеи и бронхов; легкие; передняя доля гипофиза; тимус, щитовидная железа, парашитовидные железы.

### Мускулатура хордовых

**Висцеральная**, или внутренностная (**мышцы гладкие**), – во внутренних органах: мышцы кожи, стенки кровеносных сосудов, сердца, кишечника, глотки, выводных протоков мочеполовой системы; в глотке, в анусе и в сердце (миокард) – поперечнополосатые (вторичное изменение).

**Париетальная**, или соматическая, или скелетная (**мышцы поперечнополосатые**), – в туловище, голове, шее, хвосте и конечностях, а также мышцы, двигающие глаз и подъязычный аппарат.

### Кровеносная система

**Кровеносные сосуды: артерии** несут кровь *от сердца*; **вены** несут кровь *к сердцу*. Артериальная кровь насыщена кислородом, венозная насыщена углекислотой и продуктами обмена. По артериям может течь венозная кровь (например, по легочным артериям); по венам – артериальная (например, по легочным венам, пупочной вене млекопитающих).

**Артериальный конус** – расширение в основании аорты, снабженное поперечнополосатой мускулатурой, имеет систему клапанов, пульсирует (хрящевые, некоторые костные рыбы, амфибии).

**Артериальная луковица** – внешне напоминает артериальный конус, но состоит из гладкой мускулатуры, клапанов нет, не пульсирует (круглоротые, большинство костных рыб, птицы, млекопитающие).

**Воротная система** – это сосудистая система, образованная венами, которые распадаются в органах на капилляры, а потом опять собираются в вены. **Воротная система печени** есть у всех позвоночных. Обеспечивает отложение питательных веществ (гликоген) в печени и обезвреживание ядовитых веществ, образующихся при пищеварении и попадающих с пищей. **Воротная система почек** есть у позвоночных (кроме круглоротых и млекопитающих). Капилляры воротной системы почек оплетают почечные канальцы и обеспечивают обратное всасывание из почечных канальцев воды и выделение веществ из венозной крови, поступающей от органов движения (у рыб – от хвоста; у наземных позвоночных – от задних ног и хвоста). **Воротная система гипофиза** есть у наземных позвоночных – связана с нейросекрецией. **Воротная система надпочечников** есть у змей.

### **Плавательный пузырь и легкие рыб**

**Плавательный пузырь рыб** – непарный вырост спинной стороны пищевода, канал между пузырём и пищеводом сохраняется всю жизнь (открытопузырные) или исчезает на стадии личинки (закрытопузырные). Функции: гидростатическая (регуляция плотности тела); барометр; резонатор; орган дыхания.

**Лёгкие рыб** – исходно парные выросты брюшной стороны пищевода с *ячеистыми* стенками (двоякодышащие, кистеперые), может сохраняться только одно легкое (рогозуб). Функция – дыхание.

### **Кожа и производные**

Состоит из двух слоев: **наружный – эпидермис** – многослойный эпителий (образуется из эктодермы). В свою очередь подразделяется на слои: самый нижний слой эпидермиса – **мальпигиев** (ростковый) – из делящихся клеток; верхние слои – **роговые**, в клетках которых накапливается белок кератин. Поверхностный роговой слой слущивается или сбрасывается в результате линьки (ящерицы, змеи). Имеются пигментные клетки. У круглоротых и рыб есть одноклеточные железы; многоклеточные железы появляются только у наземных позвоночных.

**Производные эпидермиса:** эмаль плакоидных чешуй и зубов; роговые чешуи рептилий, птиц, млекопитающих; когти и ногти у рептилий, птиц, млекопитающих; перья; волосы; рога полорогих. Между клетками эпидермиса имеются межклеточные мостики (протоплазматические связи). По ним происходит циркуляция питательных веществ (кровеносных сосудов в эпидермисе нет).

Между эпидермисом и дермой лежит **базальная мембрана** (бесструктурная основная перепонка), которую совместно выделяют оба слоя кожи.

**Внутренний слой – кориум** (дерма, кутис, собственно кожа) – волокнистая соединительная ткань (образуется из мезодермы), пронизанная кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Желез нет, но в кориум могут погружаться железы, образовавшиеся в эпидермисе. Хроматофорные клетки мезодермального происхождения – сильно разветвлённые. **Производные кориума:** дентин плакоидных чешуй и зубов; костные чешуи рыб; покровные кости: костные щиты панциря черепах,

панцирь броненосцев, рога оленей, плоские кости мозговой части черепа (например, лобные, теменные).

**Окраска** обеспечивается: **кровью** – красный гребень петуха; **физической структурой** (особенностями преломления света) – синяя переливчатая окраска перьев у скворцов, грачей; белый цвет перьев и волос – при полном отражении падающих лучей; **пигментами** – оранжевые каротиноиды и птеридины, жёлтый рибофлавин – в хроматофорах, жёлтые, коричневые и чёрные меланины – в меланоцитах. Зелёная окраска попугаев и квакш – **комбинация жёлтого пигмента и структуры**, отражающей синий цвет.

**Кожные железы млекопитающих:** **сальные** – гроздевидные, стенки из многослойного эпителия, протоки открываются в волосяные сумки, клетки испытывают жировое перерождение, видоизменения – пахучие железы; **потовые** – трубчатые, стенки из однослойного эпителия, протоки открываются на поверхности кожи, клетки секретируют пот, видоизменения – **пахучие** и **млечные** железы (при этом млечные железы вторично гроздевидные, сохраняют трубчатое строение только у однопроходных).

### Твердые ткани

**Хрящ** – соединительная ткань из клеток (хондробласты, хондроциты), коллагеновых и эластиновых волокон в основном веществе. Кровеносных сосудов нет. Питание – диффузией веществ из надхрящницы, а в суставных хрящах (надхрящницы нет) – из синовиальной жидкости. **Гиалиновый (стекловидный) хрящ** – много основного вещества: скелет зародышей, на суставных поверхностях, по ходу воздухоносных путей. **Волокнистый (соединительнотканый)** – коллагеновые волокна упорядочены в пучки: в межпозвоночных дисках, лонном сочленении. **Эластичский (сетчатый)** – с эластическими волокнами: в ушной раковине, надгортаннике.

**Кость** – соединительная ткань из клеток (остеоциты, остеобласты, остеокласты), коллагеновых волокон и минерализованного (сульфаты и карбонаты кальция) основного вещества. Кровеносные сосуды есть. **Грубоволокнистая костная ткань** – волокна не упорядочены: зародыши, в черепных швах, в местах прикрепления сухожилий, у взрослых рыб и амфибий. **Пластинчатая костная ткань** – волокна упорядочены в пластины, которые могут образовывать системы полых цилиндров – остеоны.

**Дентин** – разновидность костной ткани, лишенной клеток, но имеющей канальцы, в которых проходят отростки клеток (одонтобластов), расположенных в периферическом слое пульпы (плакоидные чешуи, зубы). Закладывается в кориуме. Кровеносных сосудов нет.

**Эмаль** – самая твёрдая ткань в организме; на 97% состоит из фосфата и карбоната кальция; органического вещества практически нет; после разрушения не восстанавливается (плакоидные чешуи, зубы). Закладывается в эпидермисе. Клеток и кровеносных сосудов нет.

### Типы чешуй

**Плакоидная** – пластинка с зубчиком. Состоит из дентина, зубчик сверху покрыт эмалью, внутри полость – пульпа, в которой находятся кровеносные и лимфатические сосуды, нервы. Могут меняться, регенерировать. Хрящевые рыбы.



**Космоидная** – костная пластинка, покрытая слоем космина (дентина), в котором есть полости пульпы. Происходит из плакоидных чешуй, слившихся с костной пластинкой. Латимерия; двоякодышащие.

**Ганоидная** – костная пластинка, покрытая слоем ганоина (дентина), в котором нет системы полостей с мякотью. Происходит из космоидной чешуи. Чешуи ромбические, соединяются друг с другом сочленениями. Постоянные, смены не происходит. Многоперообразные и панцирничкообразные.

**Костная** – костная пластинка. Происходит из ганоидной чешуи, утратившей слой ганоина. Черепицеобразно накладываются друг на друга. Постоянные, смены не происходит; растут всю жизнь, при утрате – регенерируют. Бывает: *циклоидная* – с гладким наружным краем (большинства костных); *ктеноидная* – с зубчатым наружным краем (окунеобразные и некоторые другие); *чешуи-жучки* – очень крупные чешуи, строение которых не отличается от строения покровных костей черепа рыб (например, лобной, теменной) (осетрообразные).

### Формы хвостового плавника

**Протоцеркальный** – первично симметричный, верхняя и нижняя лопасти симметричны; хорда проходит между ними посередине. У круглоротых, у личинок всех рыб.

**Гетероцеркальный** – неравнолопастный (несимметричный); верхняя лопасть больше, чем нижняя; позвоночник входит в верхнюю лопасть. У хрящевых рыб, осетровых.

**Гомоцеркальный** – равнолопастный (наружно симметричный) Позвоночник также заходит в верхнюю лопасть, но нижняя лопасть по размерам равна верхней. У большинства костных рыб.

**Дифицеркальный** – вторично симметричный. Возникает при редукции части позвоночника, загнутого в гомоцеркальном плавнике в верхнюю лопасть. У костных ганоидов, части двоякодышащих рыб и кистеперых.

### Череп

**Мозговой череп** развивается вокруг головного мозга и органов чувств. В эмбриональном развитии образуется из хрящей: 2 паракордалии, 2 трабекулы, 2 обонятельные капсулы, 2 глазничные пластинки, 2 слуховые капсулы, 2 или больше затылочные дуги.

Различают 2 типа мозгового отдела черепа: **платибазальный** – с широким основанием; мозговая полость располагается между глазницами (круглоротые, акулы, скаты, двоякодышащие, карповые; амфибии; часть рептилий (змеи и амфисбены), млекопитающие (вторично!)); **тропобазальный** – с узким основанием; мозговая полость расположена за глазницами (костистые рыбы, рептилии, кроме змей и амфисбен, птицы).

**Висцеральный череп** развивается вокруг глотки. В эмбриональном развитии образуется из хрящей жаберных дуг: 1) губные хрящи у акул; 2) челюстная дуга (нёбно-квадратный и меккелев хрящ); 3) подъязычная дуга (подвесок, гиод и копула). Далее – 4-7 пар жаберных дуг: 7 у примитивных рыб; 5 – у большинства хрящевых; 4 у костных рыб (5-я редуцирована).

## Типы прикрепления челюстей к мозговому черепу

**Протостилия** – челюстная и подъязычная дуги независимо друг от друга подвешены связками к мозговому черепу – *гипотетический* исходный тип.

**Гиостилия** – челюстная дуга крепится к подъязычной дуге (к подвеску), а подъязычная дуга – к мозговому черепу (большинство хрящевых, все костистые рыбы, осетровые; у них подвижна не только нижняя, но и верхняя челюсть).

**Амфистилия** – челюстная дуга крепится и к мозговому черепу, и к подъязычной дуге (к подвеску); подъязычная дуга тоже крепится к черепу (примитивные акулы и костные ганоиды).

**Аутогиостилия** – челюстная дуга срастается с мозговым черепом, а подъязычная дуга не крепится к черепу (цельноголовые, двоякодышащие, амфибии, рептилии, птицы, млекопитающие).

## Череп амниот

**Анапсиды** (котилозавры, черепахи) – крыша черепа сплошная (стегальная), как у стегоцефалов. Для жевательной мускулатуры имеется задняя вырезка.

**Диапсиды** – в черепе имеется 2 височные ямы, ограниченные 2 костными дугами: верхнюю дугу составляют заднелобные и чешуйчатые кости, а нижнюю дугу – скуловые и квадратно-скуловые (но у ящериц квадратно-скуловой кости нет!). Существуют собственно *диапсиды* (гагтерии, крокодилы); *диапсиды с редуцированной нижней дугой* (ящерицы); *диапсиды с редуцированной верхней дугой* (птицы); *диапсиды с редуцированными обеими дугами* (змеи).

**Синапсиды** (звероящеры, млекопитающие) – в черепе 1 височная яма, ограниченная 1 дугой, состоящей из скуловых, квадратно-скуловых и чешуйчатых костей.

## Форма тел позвонков у позвоночных

По форме передней и задней поверхности тела позвонка различают такие типы позвонков. **Амфицельные** – двояковогнутые (рыбы, некоторые амфибии и рептилии). **Процельные** – вогнутые спереди (большинство амфибий и рептилий). **Опистоцельные** – вогнутые сзади (часть амфибий и рептилий). **Гетероцельные** – седлообразные (в шее у птиц). **Платицельные** – плоские (млекопитающие).

## Головной мозг и черепномозговые нервы

### Передний мозг

**Полосатые тела** на дне боковых желудочков и в обонятельных долях – выпячивания переднего мозга. **Серое вещество** – на стенках боковых желудочков. **Мантия** – верх переднего мозга – состоит из белого вещества; у двоякодышащих и амфибий в ней есть немного нейронов (архипаллиум); у рептилий и птиц – серое вещество – зачаток коры; у млекопитающих образуется кора – слой серого вещества на поверхности полушарий: 1) первичная кора – гиппокамп – разрастание того зачатка, который возник у рептилий; 2) вторичная кора (неопаллиум), которая образует борозды.

**В области переднего мозга отходят I. Обонятельные нервы** – *чувствующие* – связывают клетки эпителия обонятельной капсулы с луковицей – расширением обонятельного тракта – колбовидный вырост в основании полушарий.

## Промежуточный мозг

**Таламус – дорсальные и боковые части.** Работает как телефонный коммутатор: в него приходят аксоны большинства сенсорных нейронов, идущих к мозгу; эти импульсы передаются в соответствующие зоны коры. **Гипоталамус – вентральная часть.** Главный регулирующий центр вегетативной нервной системы: приходят аксоны сенсорных нейронов всех висцеральных, а также вкусовых и обонятельных рецепторов; выходят импульсы через продолговатый и спинной мозг на эффекторы, кроме того, благодаря высокой концентрации кровеносных сосудов, гипоталамус «следит» за температурой крови, концентрацией метаболитов, гормонов. **Зрительные бугры** – утолщённые стенки промежуточного мозга. **Воронка** – полый вырост на дне промежуточного мозга позади хиазмы. **Гипофиз** – железа внутренней секреции, примыкающая к передней стенке воронки. Это центр вегетативных функций и аффективного поведения. **Теменной, или париетальный орган,** – передний пузыревидный вырост крыши промежуточного мозга – светочувствительный и секреторный (у круглоротых; у птиц и млекопитающих нет светочувствительности). **Пинеальный орган, или эпифиз,** – задний пузыревидный вырост крыши промежуточного мозга – светочувствительный и секреторный (у круглоротых; у других – только железа).

**В области промежуточного мозга отходят II. Зрительные нервы** – чувствующие – от сетчатки глаза к зрительным буграм; образуют хиазму (перекрёст). У круглоротых хиазмы нет.

## Средний мозг

**Двухолмие** – зрительные доли крыши среднего мозга, где в сером веществе заканчиваются волокна зрительного тракта. У млекопитающих – **четверохолмие.** Здесь расположены центры зрительных, а у млекопитающих и слуховых рефлексов.

**Отходят III. Глазодвигательные и IV. Блоковые нервы.** Обе пары – двигательные, иннервируют мышцы глаза.

## Задний мозг (мозжечок и ствол)

Центр координации движений, равновесия, тонуса мышц. Грушевидные клетки Пуркинье собирают импульсы от проприорецепторов мышц, суставов, сухожилий, от вестибулярного аппарата, от моторных центров коры. Работает без участия сознания; но при научении (ходить, плавать, ездить на велосипеде и т.п.) мозжечком управляет кора; после выработки навыка – контроль берёт на себя мозжечок, а кора уже не участвует. **Черепномозговых нервов не даёт.**

## Продолговатый мозг

Крыша 4-го желудочка (ромбовидной ямки) образована тонким эпителием и сосудистым сплетением мягкой мозговой оболочки. **Пирамиды** – разрастания белого вещества на дне продолговатого мозга. Серое вещество – в стенках продолговатого мозга.

**Отходят: V. Тройничные нервы, смешанные,** от боковой поверхности продолговатого мозга; дают 3 ветви – глазничная, верхнечелюстная, нижнечелюстная – к зубам, мышцам челюстной дуги, слизистой рта и к коже передней части головы (лица).

**VI. Отводящие нервы** – двигательные – от дна продолговатого мозга к наружной прямой мышце глаза.

**VII. Лицевые нервы** – *смешанные* – несколько корешков сливаются в ганглий, от которого идут 4 ветви – глазничная, щёчная, нёбная и подъязычная – к коже головы, слизистой рта и к мышцам подъязычной дуги – отвечают за слюноотделение, мимику, восприятие сладкого, кислого и солёного.

**VIII. Слуховые нервы** – *чувствующие* – от чувствующего эпителия внутреннего уха (улитка и полукружные каналы); отвечают за слух и равновесие.

**IX. Языкоглоточные нервы** – *смешанные* – идут к слизистой глотки и к мышцам первой жаберной дуги; у наземных иннервируют глотку, её мышцы, вкусовые тельца языка; отвечают за глотание и восприятие горького вкуса.

**X. Блуждающие нервы** – *смешанные* – много корешков от задне-боковой поверхности продолговатого мозга сливаются в ганглий, от которого отходят – 4 жаберные ветви (к слизистой глотки и к мышцам II-V жаберных дуг), 1 внутренностная (к сердцу, ЖКТ, плавательному пузырю, лёгким), 1 боковая (к органам боковой линии). Отвечают за речь, глотание, замедление ритма сердца, стимуляцию перистальтики.

**XI. Добавочные нервы** – *двигательные* – образуется из задних корешков блуждающего нерва, идут к мышцам шеи и плечевого пояса. Есть только у амниот. Отвечают за движения головы.

**XII. Подъязычные нервы** – *двигательные* – от брюшной стенки задней части продолговатого мозга к мышцам языка и к подъязычному аппарату. Есть только у амниот. Отвечают за высывание языка.

Таким образом, черепно-мозговых нервов 12 пар. Они выходят из черепа через отверстия в его стенках. У низших позвоночных всего 10 пар этих нервов, т. к. ещё не стали самостоятельными XI-XII пары.

**Вегетативная нервная система** – часть нервной системы, иннервирующая внутренние органы, кожу, гладкую мускулатуру, железы внутренней секреции. Регулирует функции внутренних органов, а также их кровоснабжение и трофику. Включает: **симпатическую нервную систему** – волокна грудного и поясничного отделов спинного мозга, ганглии расположены по сторонам позвоночника (симпатические стволы) и **парасимпатическую** – волокна блуждающего нерва и крестцового отдела спинного мозга, ганглии находятся возле исполнительных органов (сердце, лёгкие, кишка, мочевой пузырь).

Вегетативная нервная система хорошо изучена у млекопитающих, а у других хордовых – почти не изучена. Известно лишь, что у ланцетника разделения на симпатическую и парасимпатическую нервную систему нет; у круглоротых их функции объединены волокнами блуждающего нерва; у акул и костных рыб появляется дифференциация.

## Выделительная система

Почки (renes)		
головная	туловищная	тазовая
предпочка	первичная	вторичная
пронефрос	мезонефрос	метанефрос
это собрание нефридиев (почечных канальцев), мерцательные воронки которых открываются в полость тела, а противоположные отверстия – в собирательные канальцы, далее в выводной проток почки.	Часть почечных канальцев имеет одновременно и нефростомы и боуменовы капсулы; другая часть почечных канальцев – только боуменовы капсулы.	Все почечные канальцы без воронок, но с боуменовыми капсулами
Продукты распада идут в нефридий из целома	Продукты распада идут в нефридий из целома и из крови	Продукты распада идут исключительно из крови
Обратное всасывание не происходит	Обратное всасывание происходит в выводных канальцах	Обратное всасывание происходит в самом почечном канальце, а не в выводных канальцах.
Стенки целома близ нефростомов образуют выросты, в которых расположены клубочки артериальных капилляров. В нефридиальных канальцах образуются выросты, охватывающие такие эти выросты – Боуменовы капсулы. Клубочек артериальных капилляров и боуменова капсула образуют мальпигиево тельце.		
У зародышей и личинок позвоночных; черты строения предпочки видны и во взрослом состоянии в мезонефрической почке миног.	У круглоротых и анамний (первичноводных позвоночных).	У амниот (первичноназемных позвоночных)

### Азотистые экскреты

Азотистые продукты, подлежащие удалению из организма, образуются при расщеплении белков и нуклеиновых кислот. При разных типах обмена образуются разные вещества, по-разному выводимые из организма: **аммиак** – высоко токсичен, для выведения требует большого количества воды (рыбы, личинки амфибий); **мочевина** – менее токсична и хуже растворима, чем аммиак, также требует большого количества воды для выведения (хрящевые рыбы, амфибии, млекопитающие); **мочевая кислота** – не токсична, слабо растворима в воде – при высокой концентрации выпадает в виде твердого осадка (рептилии, птицы).

**Классификация хордовых**  
(в скобках – количество видов)

**Тип Хордовые – Chordata (~ 43000)**

**Подтип 1. Бесчерепные – Acrania**

**Класс Головохордовые (ланцетники) – Cephalochordata (~ 30-35).**

**Подтип 2. Оболочники, или Личиночнохордовые – Tunicata, seu Urochordata**

**Класс Асцидии – Ascidae (~ 1000).**

**Класс Сальпы – Salpae (~ 35).**

**Класс Аппендикулярии – Appendiculariae (~ 60).**

**Подтип 3. Позвоночные, или Черепные – Vertebrata, seu Craniota**

**Раздел 1. Бесчелюстные – Agnatha, seu Entobranchiata**

**Класс Круглоротые – Cyclostomata (42 вида: 24 миног, 18 миксин).**

**Раздел 2. Челюстноротые – Gnathostomata, seu Ectobranchiata**

***Первичноводные – Anamnia***

**Надкласс Рыбы – Pisces**

**Класс Хрящевые рыбы – Chondrichthyes (~ 600 видов: ~ 250 акул, ~350 скатов, ~ 30 химер).**

**Класс Костные рыбы – Osteichthyes (~ 20 000).**

**Надкласс Четвероногие – Tetrapoda, seu Quadrupeda**

**Класс Земноводные – Amphibia (~ 2500).**

***Первичноназемные – Amniota***

**Класс Пресмыкающиеся – Reptilia (~ 6300).**

**Класс Птицы – Aves (~ 8600).**

**Класс Млекопитающие, или Звери – Mammalia, seu Theria (~ 4000).**

## Сравнение некоторых подтаксонов хордовых по признакам

### Отличия между подтипами

Подтип 1. Бесчерепные – <i>Acrania</i>	Подтип 2. Оболочники = Личинохордовые – <i>Tunicata</i> = <i>Urochordata</i>	Подтип 3. Позвоночные = Черепные – <i>Vertebrata</i> = <i>Craniota</i>
Эпидермис – однослойный.		Эпидермис – многослойный.
Кутикула тонкая из мукополисахаридов.	Кутикула (туника) – толстая студенистая или хрящеподобная оболочка, заселённая клетками. Туницин – полисахарид, близкий к целлюлозе.	Кутикулы нет никогда.
Кориум – студенистый слой почти без клеток, но с отдельными волокнами.	Кориум входит в состав мантии (кожно-мускульного мешка): 2-3 слоя продольных/поперечных мышечных пучков в рыхлой соединительной ткани.	Кориум из волокнистой соединительной ткани.
Хряща нет.		Хрящ есть.
Череп нет.		Череп есть.
Головной мозг без отделов.	Спинной ганглий; у личинок – нервная трубка без головного мозга.	Головной мозг из 5 отделов.
Глаз нет.		Глаза есть.
Миелиновой оболочки аксонов нет.		Миелиновая оболочка аксонов есть.
Кровеносная система замкнутая.	Кровеносная система незамкнутая.	Кровеносная система замкнутая.
Эритроцитов нет.		Эритроциты есть.
Лимфатической системы нет.		Лимф. система есть.
Почек нет.		Почки есть.

### Отличия между разделами позвоночных

	Раздел 1. Бесчелюстные – <i>Agnatha, seu Entobranchiata</i>	Раздел 2. Челюстноротые – <i>Gnathostomata, seu Ectobranchiata</i>
Челюсти	нет	есть
Предротовая воронка	есть	нет
Череп	окружает мозг снизу и с боков	окружает мозг со всех сторон
Жаберные дуги	цельная жаберная решётка	членистые или отсутствуют
Ноздри и обон. мешки	непарные	парные
Полукр. каналов внутр. уха	1-2	3
Парные конечности	нет	есть
Жабры	энтодермальные	эктодермальные или отсутствуют

## Раздел 1. Бесчелюстные – Agnatha, seu Entobranchiata

### Класс Круглоротые – Cyclostomata

	П/кл. 1. Миноги	П/кл. 2. Миксины
Спинные плавники	есть	нет
Палочковидные хрящики	есть	нет
Боковые участки черепа	есть	нет
Жаберная решётка	есть	нет
Усики	нет	есть (2 пары)
Глаза	развиты – 3 шт.	недоразвиты
Спиральный клапан	есть	нет
Жаберных мешков	7 пар	5-16 пар
Назогипофизарный канал	нет	есть
Полукружных каналов во внутр. ухе	2 (оба вертикальные)	1
Сердце	1	1 и 3 дополнительных
Спинной и брюшной корешки спинного мозга	не соединяются	соединяются
Метаморфоз	есть (личинка – пескоройка)	нет

## Раздел 2. Челюстноротые – Gnathostomata, seu Ectobranchiata

### Класс 1. Хрящевые рыбы – Chondrichthyes

Подкласс 1. Акуловые, или Пластиножаберные – Elasmobranchii	Подкласс 2. Химеровые, или Цельноголовые – Holocerphali
ростррум есть	рострума нет
кожа покрыта плакоидной чешуей	кожа голая
затылочных мышцелков обычно нет (бывают исключения)	череп соединяется с позвоночником мышцелками
тела позвонков есть	тел позвонков нет
рёбра есть	рёбер нет
череп платибазальный	череп тропибазальный
гиостилия	аутогиостилия
брызгальца есть	брызгальцев нет
жаберные щели прикрыты межжаберными перегородками	жаберные щели прикрыты кожистой жаберной крышкой
зубы обычно не сливаются в пластинки	зубы слились в зубные пластинки – 2 пары на верхней челюсти и 1 пара на нижней челюсти



### Подкласс 1. Акуловые, или пластиножаберные – *Elasmobranchii*

Надотр. 1. Акулы – <i>Selachomorpha</i>	Надотр. 2. Скаты – <i>Batomorpha</i>
тело торпедообразное	тело уплощено в спинно-брюшном направлении
брызгальце и жаберные щели – по бокам тела	брызгальце – сверху, жаберные щели – снизу
глазное яблоко подвижно	глазное яблоко приращено к орбите глаза
зубы чаще с режущими краями	зубы в виде плотно прилегающих др. к др. призм – образуют «тёрку»
плечевой пояс не связан с позвоночником	плечевой пояс обычно соединен с позвоночником
анальный плавник обычно есть	анального плавника нет

### Подклассы Костных рыб

Подкласс 1. Лопастеперые – <i>Sarcopterygii</i>	Подкласс 2. Лучеперые – <i>Actinopterygii</i>
чешуйчатая кость есть	чешуйчатой кости нет
амфи- или аутостилия	гиостилия
бывают хоаны	хоан нет
скелет парных плавников с центральной осью	скелет парных плавников без центральной оси
спиральный клапан есть	спирального клапана нет
клоака есть	клоаки нет
лёгкие – 2, вентрально	плавательный пузырь – 1, дорсально

## Анамнии и амниоты

<b>Anamnia – Первичноводные</b> (рыбы, амфибии)	<b>Amniota – Первичноназемные</b> (рептилии, птицы, млекопитающие)
Оплодотворение наружное или внутреннее.	Оплодотворение только внутреннее.
Яйцо развивается в воде.	Яйцо развивается в воздушной среде.
Развитие с метаморфозом – есть личинка.	Развитие без метаморфоза – личинки нет.
Оболочка яйца обычно студенистая (исключение – хрящевые рыбы).	Оболочки яйца: толстая белковая (запас воды) + плотные наружные (сохранение формы).
В яйце желтка немного	Желтка много
Дробление полное, но неравномерное	Дробление неполное – только на анимальном полюсе.
Нет зародышевых оболочек.	<p>Есть зародышевые оболочки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- амнион – внутренняя – окружает зародыш и выстилает внезародышевую (амниотическую) полость изнутри, выделяет амниотическую жидкость;</li> <li>- серозная – наружная – выстилает амниотическую полость снаружи;</li> <li>- аллантоис – зародышевый мочевой пузырь – выпячивание задней кишки зародыша – у млекопитающих участвует в образовании плаценты.</li> </ul>
Жабры – внутренние или наружные.	Жабры не образуются даже в виде зачатков.
Кожа покрыта слизью и проницаема для воды и газов.	Кожа с ороговевающим эпидермисом – сухая и мало проницаемая для воды и газов.
Защитные образования кожи – чешуи и покровные кости – производные дермы.	Защитные образования кожи – чешуи, когти, перья, волосы – производные эпидермиса.
Жевательная мускулатура не развита.	Жевательная мускулатура хорошо развита.
Грудной клетки нет.	Грудная клетка есть.
Почки мезонефрические (туловищные).	Почки метанефрические (тазовые). Лишь у самцов сохраняется часть мезонефрической почки, становящаяся придатком семенника.
Продолговатый мозг не делает S-образный изгиб в вертикальной плоскости.	Продолговатый мозг делает S-образный изгиб в вертикальной плоскости.
Органы боковой линии есть.	Органов боковой линии нет.

## СРАВНЕНИЕ КЛАССОВ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ПО СИСТЕМАМ ОРГАНОВ

### Покровы

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие
<b>Эпидермис</b>	Не ороговеает, покрыт слизью						
<b>Линька</b>	Нет	Нет, за редкими исключениями (скорпена)		Нет	Есть		
<b>Кожные железы</b>	Одноклеточные						
<b>Специализированные кожные железы</b>	Слизистые, ядовитые						
<b>Токсины кожных желез</b>	Низкомолекулярные (стероиды, алакалоиды)	Белковые		Низкомолекулярные (стероиды, алкалоиды)	Пахучие железы	Копчиковая железа	Половые, сальные, млечные, пахучие
<b>Чешуи</b>	Нет	Плакоидные	Космоидные, гаиноидные, костные	Нет	Роговые, но в дерме могут образовываться также и костные пластинки (ящерицы, черепахи, броненосцы)		
<b>Роговые образования</b>	Зубы	Лучи плавников (эластогрихии)	Нет	Когти, половые мозоли на передних лапках самцов, шпоры	Когти, чешуи	Когти, чешуи на перьях, чехлы на шпорах, рафтоэкта (надклювье и подклювье)	Когти, ногти, копыта, чешуи, волосы, роговые чехлы рогов у полорогих
<b>Лимфатические лакуны под кожей</b>	Нет		Есть	Нет			
<b>Подкожная мускулатура</b>	Нет						
	Есть						

Скелет

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие
Ткань	Хрящевые	Роговые (эластогрихиин)	Костные (лепидотрихиин)	Нет	Нет	Нет	Нет
Лучи плавников	Хрящевые	Нет (есть у химер и скатов)	Нет (есть у химер и скатов)	2	1	1	2
Затылочные мышечки	Нет	Нет	Нет	2	1	1	2
Способ соединения челюстей с мозговым отделом	Нет челюстей	Гиостилия (у химер – аутостилия)	Гиостилия (у химер – аутостилия)	Аутостилия	Аутостилия	Аутостилия	Аутостилия
Череп	Платибазальный	Тропибазальный	Тропибазальный	Платибазальный	Тропибазальный	Тропибазальный	Платибазальный
Позвонки	Нет	Амфицельные	Амфицельные	Амфицельные, процельные, опистоцельные	Гетероцельные (седловидные) в шейном отделе	Платицельные	Платицельные
Отделы позвоночника	Нет	2: туловищный и хвостовой	2: туловищный и хвостовой	4: шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой	5: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой.	5: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой.	5: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой.
Грудная клетка	Нет	Нет	Нет	Нет	Есть (кроме змей)	Есть (кроме змей)	Есть (кроме змей)
Плечевой пояс	--	Лопаточный и коракоидный отделы	Лопатка, коракоид, клейтрум	Лопатка, коракоид, ключица, грудина.	Лопатка, коракоид, ключица, грудина.	Лопатка, ключица, грудина.	Лопатка, ключица, грудина.
Тазовый пояс	--	Тазовая пластинка	Тазовая пластинка	Подвздошные и седалищные кости, лобковые хрящи	Подвздошные, седалищные и лобковые кости	Подвздошные, седалищные и лобковые кости	Подвздошные, седалищные и лобковые кости
Дистальные суставы конечностей	Нет	Нет	Нет	Карпальные и тарзальные	Интеркарпальные и интертарзальные	Интеркарпальные и интертарзальные	Карпальные и тарзальные
Количество пальцев	Нет	Нет	Нет	Обычно 4	Обычно 5	На крыле – 3, на ноге обычно 4	Обычно 5

**Пищеварительная система**

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие
<b>Мышцы в языке</b>	Есть	Нет	Нет			Есть	
<b>Слюнные железы</b>	Есть	Нет	Нет			Есть	
<b>Пищеварительные ферменты в слюне</b>	Есть	--	--	Нет		Есть	
<b>Отделы ЖКТ</b>	Пищевод, нецифреницированная кишка в кишке имеется спиральный клапан	Пищевод, тонкая кишка, толстая кишка со спиральным клапаном	Пищевод, тонкая кишка с пиlorическими выростами	Пищевод, желудок, 12-перстная кишка, тонкая кишка, тонкая кишка, прямая кишка	Пищевод, желудок, 12-перстная кишка, тонкая кишка, слепая кишка, толстая кишка, прямая кишка	Пищевод, желудок, 12-перстная кишка, тонкая кишка, задняя кишка (не дифф. толстая и прямая)	Пищевод, желудок, 12-перстная кишка тонкая кишка слепая кишка толстая кишка прямая кишка.
<b>Клоака</b>	Нет	Есть	Нет (искл. – двоякодышащие)	Есть (у сумчатых и плацентарных млекопитающих – нет)			
<b>Поджелудочная железа</b>	Разбросана островками в стенке кишечника	Самостоятельный орган	Разбросана дольками в брыжейке или печени	Самостоятельный орган			

**Дыхательная система**

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие	
<b>Жабры</b>	Энтодермальные	Эктодермальные					Нет	
<b>Лёгкие и дыхательные пути</b>	Нет		Нет (есть только у двоякодышащих)	Мешковидные, трахеи есть только у хвостатых, бронхов нет; дыхательная поверхность меньше, чем поверхность тела	Губчатые. Есть трахеи и бронхиальное дерево. Воздушные мешки есть у хамелеонов, некоторых ящериц и змей.	Губчатые. Есть трахеи и бронхиальное дерево (бронхи, вторичные бронхи, парабронхи, бронхиоли). Воздушные мешки – выросты вторичных бронхов	Альвеолярные. Есть трахеи и бронхиальное дерево.	
<b>Межрёберные мышцы</b>	Нет							
<b>Голосовые связки</b>	Нет	В гортани			В нижней гортани, которая расположена в месте бифуркации трахеи		В гортани	

**Кровеносная система**

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие
<b>Сердце</b>	Предсердие и желудочек		2 предсердия и 1 желудочек	2 предсердия и 1 желудочек	2 предсердия и 2 желудочка		
<b>Венозный синус</b>	Есть						
<b>Луковича аорты</b>	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть		
<b>Артериальный конус</b>	Нет	Есть	Нет, исключение – кистеперые, двоякодышащие, осетровые, многоплёровые, панцирники, амии.	Есть	Нет		
<b>Круги кровообращения</b>	1 (у двоякодышащих – 2)						
<b>Дуги аорты</b>	Вторая пара приносящих жаберных артерий (гомолог дуг аорты)						
<b>Воротная система печени</b>	Есть, образована воротной веной печени (идёт от ЖКТ)		Есть, образована не только воротной веной печени (идёт от ЖКТ), но и брюшной веной (идёт от бедренных вен)	Правая и левая	Правая	Только левая	
<b>Воротная система почек</b>	Нет	Есть	Есть только в левой почке	Есть	Частично редуцирована		
<b>Селезёнка</b>	Нет						
<b>Красный костный мозг</b>	Нет			Есть			
<b>Эритроциты</b>	С ядрами						
	Без ядер						

**Выделительная, половая система и развитие**

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие	
<b>Основной продукт азотистого обмена, который экскретируется</b>	Аммиак	Мочевина	Аммиак, мочевина	Аммиак у личинок, мочевина – у взрослых	Мочевая кислота		Мочевина	
<b>Почки</b>	Туловищные							
<b>Особенности почечных канальцев</b>	Нет объединения артериальных капилляров с почечными канальцами	Есть специальный отдел для реабсорбции мочевины	Не дифференцированы на отделы				Дифференцированы на отделы: проксимальный и дистальный извитые канальцы и петля Генле между ними. В извитых канальцах – секреция мочевины (млекопитающие) или мочевой кислоты (птицы), в петле Генле – реабсорбция воды.	
<b>Надпочечники (гормональная регуляция)</b>	Нет							
<b>Мочевой пузырь</b>	Нет							
<b>Орган выделения избытка NaCl</b>	Нет	Ректальная железа – дополнительный вырост прямой кишки	Клетки в жаберных лепестках	Нет	Солевые железы в орбите глаза (у некоторых морских рептилий)	Нет (носовые железы: лежат на лобных костях над глазницами, протоки – в ноздри.	Почки, потовые железы, кишечник.	
<b>Гонады</b>	Непарные	Парные	Парные,azole не них есть жировые тела с запасом питательных веществ	Парные	Парные	Парные, но правый яичник редуцирован	Парные	
<b>Половые протоки</b>	Нет							
<b>Оплодотворение</b>	Наружное	Внутреннее	Наружное, редко - внутреннее				Внутреннее	
<b>Личинка</b>	Есть только у много (пескоройка)	Нет	Есть	Нет				
<b>Живорождение</b>	Нет	Встречается у отдельных представителей					Нет	Есть (за исключением утконоса и ехидн)



### Нервная система и органы чувств

	Круглоротые	Хрящевые рыбы	Костные рыбы	Амфибии	Рептилии	Птицы	Млекопитающие
<b>Отделы головного мозга</b>	Лежат в одной плоскости	Налегают друг на друга					
<b>Передний отдел</b>	Не разделён на полушария	Разделён на полушария					
<b>Кора полушарий переднего мозга</b>	Нет	Нет	Нет (у некоторых развит архипаллиум)	Архипаллиум (первичная кора)	Архипаллиум (первичная кора) и зачаток неопаллиума (новой коры). В коре появились экранные структуры – послойное расположение тел нейронов, аксонов и дендритов.		Архипаллиум и неопаллиум
<b>Перекрёст зрительных нервов (хиазма)</b>	Нет	Есть					
<b>Ноздри</b>	1	2	2, поделена кожным клапаном на переднее (сюда вода входит) и заднее (отсюда вода выходит) отверстия	2, есть хоаны (внутренние ноздри)			
<b>Полукружные каналы во внутреннем ухе</b>	1-2	3					
<b>Улитка</b>	Нет						Есть
<b>Полость среднего уха</b>	Нет	Нет (имеется <i>брызгальце</i> – предшественник полости среднего уха)					
<b>Слуховые точки в полости среднего уха</b>	Нет		1: стремечко (образуется из подвеска) 3: молоточек, наковальня, стремечко.				
<b>Ушная раковина</b>	Нет						Есть
<b>Боковая линия</b>	Есть						Нет
<b>Веки</b>	Нет (глаза закрыты прозрачной кожей)	Есть		Есть у личинок и у водных видов			
<b>Зрение</b>	Восприимчивость осциллографии	Чёрно-белое	Цветное	Цветное у дневных и чёрно-белое у ночных видов	Цветное	Чёрно-белое или цветное	Чёрно-белое или цветное
<b>Якобсонов орган</b>	Нет						Нет



