

Эволюция строения и функций органов и их систем БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Группы животных / Структура тела	Простейшие	Кишечнополостные	Плоские черви	Круглые черви	Кольчатые черви	Моллюски	Членистоногие
Покров	Плотная оболочка с пелликулой, непостоянная форма тела из-за отсутствия плотной оболочки (у амёб)	Эктодерма состоит из кожно-мускульных (или эпителиально-мускульных), стрекательных, нервных, промежуточных клеток	Плоское тело с ресничным эпителием (у Ресничных), плоский эпителий и толстая кутикула (у остальных)	Тегумент – 1 слой погруженных клеток, ресничный эпителий отсутствует, покровы и мышцы (только продольные) образуют кожно-мускульный мешок	Эпителий с кожно-мускульным мешком	Эпителий с кожно-мускульным мешком	Хитиновый покров
Система опоры (скелет)	Плотная оболочка с пелликулой	-	Паренхима	Гидростатический скелет	Гидростатический скелет в каждом сегменте тела	Раковина цельная, как правило, закрученная – у Брюхоногих, двустворчатая, разделена на камеры, часто редуцирована или внутренняя, у некоторых есть внутренний скелет (отдельные хрящи) у Головоногих	Наружный скелет из кутикулы, пропитанный особым органическим веществом – хитином
Мышечная система	-	кожно-мускульные (или эпителиально-мускульные) клетки	Наружные кольцевые, промежуточные косые, внутренние продольные и спино-брюшные мышцы кожно-мускульного мешка	Только продольные мышцы	Кольцевые и продольные мышцы кожно-мускульного мешка (параподии у Многощетинковых, щетинки у Малощетинковых и присоски у Пиявок)	Пучки мышц кожно-мускульного мешка, орган передвижения – нога (у Головоногих она превращена в щупальца и воронку)	Пучковая поперечно - полосатая мускулатура
Передвижение	Амебоидное (Корненожки)	Скользят на подошве,	Изгибанием тела и его краев,	Изгибанием тела	Изгибанием тела и сокращением	Ползание или реактивное	Ползание, прыжки, полет, бег, лазание; у Ракообр. -

	), с помощью ресничек (Инфузории), жгутиков (Жгутиковые)	«кувырками» - медленное передвижение и реактивное – быстрое передвижение	движением ресничек		кольцевых и продольных мышц		двухветвистое строение конечностей, у Высших – одноветвистое (5 пар) У Паукообр. - 4 пары, у Насекомых – 3 пары
Дыхательная система	Газообмен через всю поверхность тела				через всю поверхность тела, у Многощетинковых – примитивные жабры	У наземных - мантийная полость превращена в легкие, у водных – пластинчатые жабры	Низших Ракообр.– всей поверхностью тела, у Высших – жабрами (выросты конечностей), Паукообр. – легочные мешки и трахеи, Насекомые - трахеи
Пищеварительная система	Гетеротрофы (для многих - голозойное питание), - Жгутиковые, Инфузории, некоторые автотрофы, некоторые миксотрофы – Жгутиковые, по типу фагоцитоза или всей поверхности тела (Споровики)	Два способа пищеварения: внутриклеточный (в клетках энтодермы) и внеклеточный (в гастральной полости)	У Ленточных - кишки нет, всасывание всей поверхностью тела, у Ресничных и Сосальщиков – слепо замкнутый разветвленный кишечник	Незамкнутая, передняя и задняя кишка эктодермального происхождения и энтодермальная средняя кишка	Передняя кишка: рот (у хоботных Пиявок глотка выдвигается, у челюстных есть 3 хитиновых челюсти), глотка, пищевод (с расширением – зобом у Малощет.); средняя кишка; задняя кишка и анальное отверстие	У Брюхоногих - рот с мускулистым языком с хитиновыми зубами (радула или терка), глотка, пищевод, желудок (пищеварительная железа и слюнные железы), кишечник, анальное отверстие на переднем конце тела в мантийной полости, у Двустворчатых - вводной и выводной сифоны, взвеси фильтруются и попадают в рот, у Головоногих - ротовое отверстие, глотка с двумя роговыми челюстями, слюнные железы, зоб, пищевод, желудок, печень, «поджелудочная железа», кишечник, анальное отверстие. В прямую кишку впадает проток чернильного мешка	Незамкнутая. Конечности головы видоизменились в усики-антенны, в части ротового аппарата; у пауков секрет слюнных желез содержит ферменты для внешнего пищеварения; у Насекомых - типы ротового аппарата: Грызущий (тараканы, жуки); Колюще-сосущий (вши, клопы, комары, блохи); Лижущий (двукрылые – мухи) Сосущий (чешуекрылые); Грызущее - сосущий (пчелы)

Кровеносная система	-	-	-	-	Состоит из спинного (пульсирующего) и брюшного сосудов, соединенные кольцевыми сосудами (у кольцецов кровь красная или зеленоватая)	Незамкнутая, имеет расширения между органами (лакуны), сердце на спинной стороне, состоит из желудочка и двух - четырех предсердий, дыхательный пигмент – гемоцианин	Незамкнутая с гемолимфой (переносит только питательные вещества)
Выделительная система	Осморегуляция и выведение продуктов обмена за счет сократительных вакуолей или всей поверхности тела	всей поверхностью тела	Протонефридияльного типа - система разветвленных канальцев, связанных между собой, оканчивающихся в паренхиме звездчатой клеткой с пучком ресничек, во внешнюю среду открываются экскреторные (выделительные) отверстия	Отсутствует, или в виде видоизмененных кожных желез, или протонефридияльного типа	Метанефридияльного типа (короткие не связанные друг с другом трубочки, расположенные попарно в каждом сегменте), начинающиеся во вторичной полости воронками, а на поверхности заканчиваются отверстиями	Почки видоизмененный метанефридий (одна левая – у Брюхоногих, две – у Двустворчатых, 2 – 4 у Головоногих)	У Рукообр. - «зеленые» железы; у Паукообр. - мальпигиевы сосуды, у Насекомых - мальпигиевы сосуды и жировое тело
Нервная система	-, но реакции на свет, химизм, прикосновение и др.	Диффузная нервная система, концентрация в кольца у медуз, усложнена у Сцифоидных – есть узловые скопления	Парный мозговой ганглий, 2 нервных ствола, соединенные кольцевыми перемычками	Окологлоточное кольцо и нервные стволы	Пара слившихся узлов, образующих «головной мозг», пара окологлоточных стволов и брюшная нервная цепочка	3-5 пар нервных узлов, соединенных между собой, у Головоногих образуют «Головной мозг»	Окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка, у Насекомых - надглоточный нервный узел хорошо развит – «головной мозг»
Органы чувств	Стигма у автотрофных Жгутиковых	Светочувствительные глазки и статоцисты (органы равновесия), у Сцифоидных - светочувствитель	-	-	Осязательные структуры (щупальцевые придатки), глаза (не у всех) и обонятельные ямки, чувствительные и	У Брюхоногих: органы осязания – пара щупалец на голове, глаза, обоняния и вкуса – клетки ротового отверстия, у Двустворчатых: глаза (скопления)	У Рукообр. - две пары усиков (отличие), фасеточные глаза; у Паукообр. - наибольшее значение – осязание, органы зрения – простые глаза от 2 до 12

		ые глазные пятна (простые глазки) и глазные пузыри с хрусталиком			светочувствительные клетки кожи	светочувствительных клеток) по краю мантии, в жабрах, в основаниях сифонов, до 100, у Головоногих: глаза (у восьми- и десятиногих похожи на глаза позвоночных животных, у некоторых есть веки), органы обоняния в основании жабр (обонятельные ямки), вкусовые рецепторы – по краю рта и на щупальцах.. У всех: органы равновесия –статоцисты, хеморецепторы	у Насекомых - Пара фасеточных глаз, органы слуха (сверчки, кузнечики, совки, цикады), усики (1 пара) – органы обоняния
Половая система	- , но обычно бесполое, путем продольного деления или половое размножение – конъюгация	Большинство раздельнополые , у Гидроидных - гермафродит у полипов, раздельнополость у медуз	Гермафродиты	Все раздельнополые (у некоторых половой диморфизм)	Раздельнополые, полового диморфизма нет, есть так же бесполое размножение – фрагментация, Малоштит. И Пиявки - гермафродиты	Гермафродиты, раздельнополые, половые железы парные или непарные	Почти все раздельнополые (половой диморфизм), у пчел и тли - паратеногенез
Развитие		Медузная и полипная стадии (у Коралловых нет стадии медузы)	Простой (у Ресничных) или сложный жизненный цикл со сменой хозяев, огромная плодовитость	У одних через личинку, у других – прямое	Оплодотворение наружное, кокон не образуется, развитие с метаморфозом (личинка трохофора) у Малоштит. и Пиявок – перекрестное оплодотворение, яйца откладываются в кокон, развитие	Оплодотворение внутреннее, развитие у большинства прямое, у Двустворчатых - оплодотворение наружное, личинка –глохидия паразитирует на теле рыб	У Паукообр. - с превращением: яйцо – личинки (науплиус – зоеа – мизидная личинка) – молодая особь У Паукообр. - партеногенез (образуются только самки), развитие (у большинства) без личиночных стадий У Насекомых - прямое (у чешуйницы), с метаморфозом:

					прямое, личинки нет		С полным превращением (яйцо – личинка – куколка – имаго) С неполным превращением (яйцо – личинка – имаго)
--	--	--	--	--	---------------------	--	--

Эволюция строения и функций органов и их систем ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Группы животных / Структура тела	Рыбы	Земноводные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие
Покров	Кожа из многослойного эпителия и дермы (собственно кожи) с большим количеством желез (слизотделительных, ядоотделительных), светящиеся клетки. Чешуи (производные дермы) плакоидного (у акул) и костного типа (у современных костных рыб). Из плакоидной чешуи развилась чешуя других типов и зубы позвоночных. Чешуя растет в течение всей жизни, образуя годовые кольца.	Тонкая, голая кожа с большим количеством желез, выделяющих слизь (у некоторых – яд) или ороговевающая у жаб	Сухая, покрытая роговыми чешуйками или костными щитками, без каких-либо желез кожа (у крокодилов есть мускусные железы, сильно пахнущие в период размножения)	Кожа сухая, тонкая без желез (копчиковая, у водоплавающих), покрытая перьями и чешуями на цевке	Кожа толстая многослойная, с большим количеством потовых (видоизмененные потовые – млечные), сальных и других желез, покрыта шерстью (преобразование чешуи пресмыкающихся). Есть роговые образования – волосы, ногти, когти, копыта
Система опоры (скелет)	Скелет головы – череп, по бокам головы расположены жаберные крышки (только у костных рыб) и жаберные дуги, череп хрящевой или костный. Скелет туловища: позвоночник из хрящевых или костных позвонков, между ними сохраняются остатки хорды, позвонки туловищного отдела несут свободно заканчивающиеся ребра, хвостовой отдел. Скелет конечностей (плавников)	Позвоночник: шейный (1 позвонок), туловищный (позвонки не несут ребер), крестцовый (1 позвонок) и хвостовой (1 позвонок из 12 слившихся косточек), череп: мозговая коробка и челюсти, много хрящей. Передние и задние свободные конечности (4-5-палые), прикрепленные к поясам: передний пояс – парные лопатки, ключица и воронья кость; пояс задних конечностей – тазовые кости	Позвоночник: 8 шейных (есть атлант и осевой позвонок – подвижность головы), 22 грудно-поясничных, 2 крестцовых и несколько десятков хвостовых позвонков. В скелете развивается грудная клетка (есть ребра), пояса конечностей и свободные 2 пары конечностей (4-5-палые); у змей грудной клетки нет, ребра оканчиваются свободно	Кости заполнены воздухом (пневматичны). Отделы позвоночника: шейный (до 25 позвонков очень подвижны), грудной (у летающих есть киль), поясничный, крестцовый, хвостовой. Сложный крестец образован сросшимися костями: крестцовыми, поясничными, частью хвостовых и тазовыми. Плечевой пояс: парные лопатки, ключица и массивная воронья кость. Свободная передняя конечность: плечевая, две кости предплечья и кисть.	В позвоночнике: шейный отдел (7 позвонков), грудной с ребрами и грудиной образуют грудную клетку, поясничный, крестцовый, хвостовой. Плечевой и тазовый пояса присоединяют свободные конечности: передняя – плечо, предплечье, кисть; задняя – бедро, голень, стопа. Конечности имеют 5 пальцев

				Задняя конечность: бедренная, голень (большая и редуцированная малая берцовая) и цевка (сросшихся косточек стопы). У большинства птиц 4 пальца, один из которых направлен назад	
Мышечная система	Мускулатура имеет правильную сегментацию, характерную для низших позвоночных	Мышечные пучки, есть мышцы на самих конечностях	Более дифференцирована (группы мышц, участвующие в разных движениях), чем у земноводных, межреберная мускулатура участвует в механизме дыхания, есть зачаток диафрагмы	Хорошо развиты мышцы груди, шеи и конечностей	Развита и сложна, состоит из отдельных специализированных мускулов. Всем характерна диафрагма (куполообразная мышца, ограничивающая грудную и брюшную полости)
Передвижение	При помощи плавников. Хвостовой плавник обеспечивает поступательные движения, парные грудные и брюшные – погружение и повороты, уравнивают тело при движении и остановке	Безногие - изгибая тело в стороны Бесхвостые - прыжками на суше и прерывистыми движениями длинных задних конечностей, на пальцах которых находятся плавательные перепонки Хвостатые - при помощи ног и волнообразных изгибаний туловища и хвоста	Бег на 4 конечностях, тело над почвой не высоко или ползание (чешуи помогают при движении); плавание у водных	По суше: ходьба, бег, по воде: плавание, в воздухе: машущий, парящий полет	По суше: ходьба, бег; по воде: плавание; в воздухе: машущий, парящий полет; в почве: копание
Дыхательная система	Жаберный аппарат, частично через кожу	Легкие и кожа, слизистая оболочка ротовой полости; постоянно живущие в воде – легкими и наружными жабрами	Легкие парные (у змей – одно), легочный или реберный тип дыхания	Сложные многоячеистые легкие, соединенные с воздушными мешками (обеспечивают «двойное дыхание»). В воздушных мешках газообмена не происходит. Реберный тип дыхания	Легкие альвеолярного строения. Реберный (легочный) тип дыхания
Пищеварительная система	Ротовое отверстие – ротовая полость (челюсти снабжены зубами (произошли из плакоидной чешуи, у акул это настоящая плакоидная чешуя) – глотка – пищевод – желудок – кишка, заканчивающаяся заднепроходным отверстием. Есть печень и слабо развитая поджелудочная железа Плавательный пузырь – гидростатический аппарат	Ротоглоточная полость (есть слюнные железы, у большинства конические недифференцированные зубы, прикрепляющиеся к костям челюстей), пищевод, желудок, кишечник: двенадцатиперстная кишка (протоки печени и поджелудочной железы), тонкий и толстый кишечник, который открывается в клоаку	Похожа на систему земноводных	Клюв без зубов, ротовая полость, глотка, пищевод образует расширение (не у всех) – зоб для хранения и размягчения пищи, желудок (состоит из 2х отделов: железистого и мускулистого, где часто есть камешки), крупная печень, короткий кишечник (тонкий и толстый), есть слепые выросты, заканчивается клоакой	В ротовой полости – зубы (резцы, клыки, коренные), 3 пары слюнных желез, глотка, пищевод, желудок (у жвачных – рубец, сетка, книжка, сычуг), тонкий кишечник, слепая кишка (с бактериями, расщепляющими клетчатку), толстый кишечник. Длина кишечника растительноядных в 12-30 раз больше длины тела, у хищных – в 2 – 6 раз
Кровенос	Замкнутая, 1 круг	3х-камерное сердце (2	3х камерное сердце с	Замкнутая, 4х камерное	Замкнутая, 4х камерное сердце (правая

ная система	кровообращения, в двухкамерное (предсердие и желудочек) сердце поступает только венозная кровь	предсердия и желудочек, кровь в сердце смешанная), 2 круга кровообращения, система замкнутая	неполной перегородкой У Крокодилов - 4х камерное сердце, кровь разделяется на артериальную и венозную, и как следствие, высокий обмен веществ	сердце (правая половина содержит венозную кровь, а левая – артериальную), кровь артериальная и венозная. Развита правая дуга аорты, несет артериальную кровь	половина содержит венозную кровь, а левая – артериальную), кровь артериальная снабжает организм веществами и Развита левая дуга аорты, несет артериальную кровь
Выделительная система	Первичные (лентовидные) почки, мочеточники открываются отдельно от клоаки или впадают в неё	Тазовые почки, мочеточники впадают в клоаку, в мочевой пузырь (концентрация мочи), вновь в клоаку		Крупные тазовые почки, мочеточники, клоака (мочевое пузыря нет) конечный продукт обмена – мочевая кислота выводится вместе с пометом	Парные бобовидные тазовые почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал
Нервная система	Спинной и головной мозг (расположен линейно) с 10 парами черепно-мозговых нервов, очень малых размеров	Головной мозг (5 отделов: продолговатый (крупный), промежуточный, средний, мозжечок (небольшой), передний (небольшой); спинной мозг; нервы	Передний мозг имеет зачаток коры головного мозга, лучше развит мозжечок	Крупные большие полушария (кора без извилин), средний мозг, хорошо развитый мозжечок, промежуточный и продолговатый мозг	Крупные большие полушария (развита кора с извилинами и бороздами у наиболее прогрессивных), хорошо развитый мозжечок с корой, промежуточный и средний мозг, продолговатый мозг
Органы чувств	Глаза по бокам головы, орган слуха (лабиринт) воспринимает звук через воду и кости черепа, боковая линия (только у первичноводных животных) воспринимает силу и направление тока воды, органы обоняния – 2 обонятельные слепо замкнутые ямки, орган вкуса – в ротовой полости, на коже, даже на хвосте, есть предротовые усики (налим, сом распознают вкус пищи не дотрагиваясь до нее)	У Безногих - органы зрения и слуха отсутствуют; органы обоняния и осязания развиты хорошо У Бесхвостых и Хвостатых - глаза с мигательными перепонками, без век; 2 ноздри, ведущие в обонятельные капсулы, орган слуха – внутреннее и среднее ухо (отделено от внешней среды барабанной перепонкой)	Глаза с веками (у змей срастаются, образуя пленку) и мигательной перепонкой (видят плохо змеи) зрение хорошее; орган обоняния, осязания и вкуса – раздвоенный язык (у змей), орган слуха – внутреннее и среднее ухо (слышат плохо змеи)	Глаза имеют двойную аккомодацию (изменение преломляющих структур глаза), хорошо различают цвета, орган слуха – внутреннее, среднее и наружное ухо (слуховой проход до барабанной перепонки)	Глаза имеют двойную аккомодацию (изменение преломляющих структур глаза), есть веки с ресницами и рудиментарная мигательная перепонка (третье веко), различают цвета, но хуже чем птицы, орган слуха – внутреннее, среднее и наружное ухо (слуховой проход до барабанной перепонки), хорошо развито обоняние, органы осязания – вибрисы, звуковая эхолокация
Половая система	Преимущественно раздельнополы (морской окунь – гермафродит), представлена парными яичниками и семенниками и выводными каналами	Раздельнополы. У самцов – парные семенники и семяпроводы, впадающие в мочеточники и в клоаку, у самок – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение наружное (у большинства)	Раздельнополые. У самцов – парные семенники и семяпроводы, есть копулятивный орган, у самок – парные яичники и яйцеводы, впадающие в клоаку; оплодотворение внутреннее, яйцо содержит большое количество питательных веществ	Раздельнополые. Органы размножения у самцов – парные семенники, семяпроводы, впадающие в клоаку, у самок – только левый яичник, левый яйцевод, впадающий в клоаку; оплодотворение внутреннее, есть половой диморфизм	Раздельнополые: у самцов парные семенники (чаще в мошонке) и семяпроводы, у самок парные яичники в брюшной полости, яйцеводы, матка и влагалище; оплодотворение внутреннее, у большинства зародыш развивается в матке, прикрепляясь через плаценту, есть половой диморфизм
Развитие	Оплодотворение (нерест) и развитие внешнее, чаще выметывают огромное	Икринки развиваются в воде (с метаморфозом), личинки (головастики) дышат с	Наружное, без метаморфоза (яйца покрыты кожистой и другими	Развитие (инкубация) внешнее (яйца покрыты известковой скорлупой и	Яйцо содержит небольшое количество питательных веществ, так как зигота прикрепляется к матке. Развитие

	количество икры (нет заботы о потомстве), но некоторые проявляют заботу о потомстве (икринок меньше – колюшка, пинагор и др.), самцы выделяют молоки	помощью жабр, похожи на личинки рыб, сердце двухкамерное, один круг кровообращения, есть боковая линия, питаются растениями, развитие 2-3 месяца	защитными оболочками, так как яйца развиваются на суше); для змей характерна линька	другими защитными оболочками). Яйцо содержит большое количество питательных веществ. Проявляют заботу о потомстве	внутриутробное (беременность). Проявляют заботу о потомстве: защита, вскармливание молоком, обучение и т.д.
--	---	---	--	--	--