

М. П. Ильях, Б. К. Котти

Зоология



Курс лекций



М. П. Ильях, Б. К. Котти

Зоология

Курс лекций



**Москва
Берлин
2020**

УДК 59(078)
ББК 28.6я73
И45

Печатается по решению Учебно-методического совета
Северо-Кавказского федерального университета

Рецензенты:

Сигида С. И., доктор биологических наук, профессор
Хохлов А. Н., доктор биологических наук, профессор

Ильях, М. П.

И45 Зоология : курс лекций / М. П. Ильях, Б. К. Котти. —
Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. — 162 с.
ISBN 978-5-4499-0789-9

Курс лекций содержит лекции по основным разделам
дисциплины «Зоология».

Предназначен для студентов первого и второго курсов
бакалавриата, обучающихся по направлению 06.03.01
Биология.

Может быть использован слушателями курсов допол-
нительного профессионального образования биологов учре-
ждений Федеральной службы защиты прав потребителей и
благополучия человека.

Текст приводится в авторской редакции.

УДК 59(078)
ББК 28.6я73

Содержание

Введение	5
Предмет и задачи зоологии. Принципы классификации животных. Периоды истории зоологии.....	6
Подцарство Простейшие, или Одноклеточные Protozoa. Общая характеристика. Тип Саркомастигофоры Sarcomastigophora.....	12
Тип Апикомплексы Apicomplexa.....	18
Тип Инфузории Infusoria. Филогения простейших.....	23
Подцарство Многоклеточные Metazoa. Происхождение и общая характеристика	26
Тип Губки Spongia, или Porifera.....	28
Тип Кишечнополостные Coelenterata, или Cnidaria	31
Раздел Билатеральные, или Двустороннесимметричные Bilateria. Тип Плоские черви Plathelminthes.....	34
Типы Круглые черви Nematelminthes и Скребни Acanthocephales.....	41
Раздел Целомические животные Coelomata. Тип Кольчатые черви Annelida	46
Тип Моллюски, или Мягкотелые Mollusca. Общая характеристика. Классификация	49
Тип Моллюски. Класс Брюхоногие Gastropoda	51
Тип Моллюски. Класс Двустворчатые Bivalvia, или Пластинчатожаберные Lamellibranchia.....	54
Тип Моллюски. Класс Головоногие Cephalopoda. Филогения моллюсков	57
Тип Членистоногие Arthropoda. Общая характеристика и классификация	60
Подтип Жабродышащие Branchiata. Класс Ракообразные Crustacea	62
Подтип Хелицеровые Chelicerata.....	69

Подтип Трахейные Tracheata.	
Надкласс Многоножки Myriapoda	73
Надкласс Насекомые Insecta.	
Общая характеристика. Наружное строение	76
Анатомия насекомых	79
Размножение и развитие насекомых	84
Классификация насекомых.	
Филогения членистоногих	86
Тип Иглокожие Echinodermata.....	91
Тип Щупальцевые Tentaculata.....	96
Тип Полухордовые Hemichordata.	
Происхождение хордовых	99
Тип Хордовые Chordata.	
Подтип Бесчерепные Acrania.....	101
Подтип Личиночно-хордовые Urochordata, или Оболочники Tunicata	106
Подтип Позвоночные Vertebrata.	
Класс Круглоротые Cyclostomata.....	109
Класс Хрящевые рыбы Chondrichthyes.....	115
Класс Костные рыбы Osteichthyes	121
Класс Земноводные Amphibia	128
Класс Пресмыкающиеся Reptilia.....	135
Класс Птицы Aves.....	142
Класс Млекопитающие Mammalia.....	149
Филогения животных.....	156
Литература	160

Введение

Цель курса «Зоология» — формирование у студентов современного представления о животных и получение основ фундаментальных знаний в области зоологической науки.

Согласно учебному плану по направлению 06.03.01 Биология, курс лекций по зоологии читается в 1–4 семестрах.

В процессе преподавания дисциплины решаются следующие задачи:

— изучение современной системы животных организмов, особенностей их морфологии, систематики, экологии и филогении;

— формирование у будущих специалистов представления о структуре и иерархии живых организмов, роли и месте в нем царства животных;

— формирование понятия о единстве всех животных организмов;

— развитие представлений об уровне характере организации животных;

— развитие представлений о филогенетических связях высших и низших животных;

— изучение вопросов таксономии животных;

— выяснение причин многообразия животных;

— выяснение роли отдельных представителей разных систематических и экологических групп животных в природе и для человека.

Предмет и задачи зоологии. Принципы классификации животных. Периоды истории зоологии

План:

- 1) Предмет зоологии;
- 2) Задачи зоологии;
- 3) Принципы классификации животных;
- 4) Периоды истории зоологии.

1. Предмет зоологии

Зоология (от греч. *zoon* — животное и *logos* — наука, учение, слово) — наука, изучающая животный мир или животное царство. Это наука о строении, зародышевом развитии, жизнедеятельности, отношении к среде обитания, географическом распространении, происхождении и поведении каждой из всех групп животных, существующих в настоящее время или живших прежде на Земле. *Объект* исследования зоологии — животные, *предмет* исследования — все формы проявления жизни животных: размножение, питание, миграции, распространение, численность, линька, поведение, внешнее и внутреннее строение и т. д.

Все животные играют большую роль в природе и жизни человека: 1) участие в круговороте вещества, энергии и информации; 2) геологическая деятельность животных; 3) опыление растений; 4) вред животных для человека — сельскохозяйственные вредители, переносчики ряда опасных инфекционных заболеваний, гельминты, ядовитые животные; 5) польза животных для человека — животных издавна использовал в своих нуждах человек — для получения пищи, технического и лекарственного сырья, в качестве биологических врагов сельскохозяйственных вредителей, для транспортных, сторожевых, эстетических, учебных и исследовательских целей.

Зоология служит научной основой охраны и использования животного мира, для разработки мер по регуляции

численности видов, наносящих ущерб сельскохозяйственным и лесным культурам, запасам пищевых и промышленных товаров, а также являющихся паразитами и переносчиками возбудителей опасных заболеваний человека и животных. Современная зоология тесно связана с медициной, биотехнологией, сельским хозяйством и ветеринарией, некоторые ее разделы входят как составные части в такие комплексные дисциплины, как паразитология, гидробиология, эпизоотология, эпидемиология.

2. Задачи зоологии

Основные задачи зоологии — изучение закономерностей проявлений жизни животных и систематизация животных. По задачам исследования зоология распадается на ряд основных дисциплин. Известно, что необходимым условием нормального функционирования экосистем и биосферы в целом является достаточный уровень биологического разнообразия.

По предмету исследования в зоологии выделяют следующие направления. *Зоологическая систематика* изучает закономерности разнообразия животных. *Анатомия* исследует строение и форму животных. *Эмбриология* изучает зародышевое развитие. *Гистология* — наука о тканях. *Цитология* изучает структуру клеток животных. Анатомия животных (зоотомия) вместе с гистологией, эмбриологией и цитологией образует *морфологию*. *Физиология* изучает функции и процессы жизнедеятельности, происходящие в организме — пищеварение, дыхание, кровообращение, выделение и т. д. *Зоогеография* исследует распространение, *экология* — связи животных со средой обитания и между собой, *этология* — поведение животных, *филогенетика* — историческое развитие. *Палеозоология* изучает ископаемых животных — остатки вымерших животных, их строение, происхождение и родственные связи с современными формами.

По объектам исследования (систематическим группам) зоология подразделяют на *протозоологию* (протистологию) — науку об одноклеточных, *зоологию беспозвоночных* и *зоологию позвоночных*, а также более подробно — на *гельминтологию*

(науку о паразитических червях), *люмбрикологию* (о свободноживущих червях), *малакологию* (о моллюсках), *карцинологию* (о ракообразных), *арахнологию* (о пауках), *акарологию* (о клещах), *энтомологию* (о насекомых), *ихтиологию* (о рыбах), *герпетологию* (о пресмыкающихся и земноводных), *орнитологию* (о птицах), *териологию* (о млекопитающих) и т. д.

Причем в пределах каждого из этих направлений, в свою очередь, есть более узкие и дробные направления, изучающие определенный отряд или даже семейство животных (*мирмекология* — наука о муравьях, *колеоптерология* — о жуках, *карабидология* — о жужелицах, *кокцинеллидология* — о божьих коровках, *лепидоптерология* — о бабочках, *сифонаптерология* — о блохах), либо специфические объекты, характерные для той или иной группы животных (*оология* — наука о яйцах птиц, *нидология* — о гнездах птиц).

Методы зоологических исследований — наблюдение, описание, измерение, сравнение, эксперимент, фотографирование, методы количественного анализа, математические методы и другие. Основные *средства изучения животных* — бинокль, весы, рулетка, термометр, микроскоп, фотоаппарат, приборы, инструменты и т. д.

Животное царство — это часть живого мира, специализированная на гетеротрофном питании и подвижности. Подвижность приводит к возникновению нервной системы, ее централизации и к последующему появлению в ее составе мозга. Усовершенствование в ходе эволюции нервной системы является одной из важнейших зоологических закономерностей.

3. Принципы классификации животных

Необходимость классификации вытекает из огромного числа видов животных (свыше 1,5 млн видов, из них 40 тыс. — хордовые, 130 тыс. — ископаемые). На первый взгляд, разнообразие животных кажется столь же непостижимым, как сама бесконечность. Ж. Кювье первым пришел к заключению, что громадное число видов животных может быть сгруппировано в соответствии с небольшим числом планов строения (*Bauplan*). План строения — единая схема расположения частей тела.

Это как тема в музыкальном произведении, а разные животные и виды, в которые они группируются, представляют собой вариации. У всех членистоногих сегментированное тело, наружный скелет и членистые конечности. Эти немногочисленные признаки позволяют с уверенностью идентифицировать, определить членистоногое животное и дают возможность понять, что насекомое, ракообразное, многоножка, паук или клещ — всего лишь вариации на тему «членистоногое».

Название «беспозвоночные», то есть животные без позвоночника, говорит об отсутствии у них этого признака и подразумевает противопоставление этих животных другим — позвоночным. Однако, если у позвоночных единый план строения, то беспозвоночные не представляют собой единой группы.

Царство животных принято делить на серию взаимоподчиненных систематических категорий — таксонов. Система животного царства — объективное описание сходств и различий между таксонами. Это результат использования всей суммы знаний о животных, анализа этих данных и выделения главного.

Система является итогом, показателем достигнутого уровня знаний. Основной таксон — вид. Каждому виду присваивается латинское название из двух слов. Первое слово — имя существительное, означает название рода, в который объединена группа близких видов, второе — имя прилагательное — собственное название вида: *Canis lupus* — волк, *Panthera tigris* — тигр, *P. leo* — лев, *Corvus cornix* — серая ворона, *C. corax* — ворон.

Правильным наименованием вида считается только установленное раньше всех других. Название, предложенное позднее, не признается. Но первое по времени название законно только тогда, когда оно сопровождается ясным описанием.

Основными систематическими единицами животных являются: вид — род — семейство — отряд — класс — тип — царство. Есть и промежуточные таксономические единицы с приставками под- и над-. Современная система животного мира построена на основе выявления родства между животными,

их происхождения. Виды, имеющие общее происхождение, объединяют в роды, роды — в семейства, семейства — в отряды, отряды — в классы, классы — в типы. Например, волк *Canis lupus* — представитель типа Хордовые Chordata, класса Млекопитающие Mammalia, отряда Хищные Carnivora, семейства Собачьи Canidae, рода Волки *Canis*. Капустница *Pieris brassicae*: тип Членистоногие Arthropoda, класс Насекомые Insecta, отряд Чешуекрылые Lepidoptera, семейство Белянки Pieridae, род Белянки огородные *Pieris*. К одному и тому же типу относят животных, имеющих единый план строения. Они сходны по организации наиболее важных и крупных систем, составляющих организм. В настоящее время известно более 25 типов беспозвоночных животных. Существуют два подцарства царства животных: одноклеточные и многоклеточные.

4. Периоды истории зоологии

Первоначальные представления о животных и первые попытки научных обобщений. Зоологические представления в древности. Зоология в древней Греции, в эпоху эллинизма и в древнем Риме. Зоология в средние века.

Расширение и систематизация зоологических знаний в XV-XVIII веках. Общее состояние биологии в XV-XVIII веках. Описания и попытки классификации животных. Развитие исследований по сравнительной анатомии, физиологии и эмбриологии животных.

Формирование основных разделов зоологии (первая половина XIX века). Общее состояние биологии в первой половине XIX века. Развитие сравнительной анатомии и морфологии животных. Возникновение палеозоологии. Эмбриология животных. Развитие систематики. Зарождение протистологии. Развитие географии и экологии.

Перестройка зоологии на основе теории эволюции (вторая половина XIX века). Создание и развитие эволюционной палеозоологии. Создание эволюционной эмбриологии. Перестройка сравнительной анатомии на основе дарвинизма. Развитие филогенетической систематики животных. Развитие зоогеографии и экологии животных.

Изучение закономерностей строения и жизнедеятельности животных в XX веке. Систематика, зоогеография, история фаун. Исследование отдельных систематических групп животных. Паразитология. Палеозоология. Охрана и преобразование фауны. Этология. Экспериментальная экология. Изучение популяций животных. Исследование динамики численности животных. Акклиматизация. Возникновение экологической паразитологии. Экологическая морфология. Эволюционная экология животных. Изучение роли животных в экосистемах. Эволюционная палеозоология. Эволюционная морфология животных. Кладизм.

Подцарство Простейшие, или Одноклеточные Protozoa. Общая характеристика. Тип Саркомастигофоры *Sarcomastigophora*

План:

- 1) Общая характеристика одноклеточных;
- 2) Тип Корнежгутиковые *Sarcomastigophora*;
- 3) Класс Жгутиконосцы *Mastigophora*, или *Flagellata*;
- 4) Класс Корненожки *Sarcodina*.

1. Общая характеристика одноклеточных

К одноклеточным относятся животные, тело которых соответствует по строению одной клетке. В то же время это самостоятельные организмы со всеми присущими организму функциями.

В цитоплазме этих животных находятся общеклеточные органоиды: митохондрии, ЭПС, рибосомы, аппарат Гольджи. В цитоплазме многих простейших могут присутствовать разные специальные органеллы. Широко распространены фибриллярные образования (*fibrilla* — волоконце) — опорные и сократимые волокна, сократительные и пищеварительные вакуоли. Чаще бывает одно ядро, но бывает ядерный диморфизм и многоядерность.

Protozoa совсем необязательно состоят всего из одной клетки на протяжении всего жизненного цикла. У многих видов в цикле закономерно встречаются многоклеточные формы. С другой стороны, клетки многих *Protozoa* устроены очень сложно. В жизненном цикле может быть бесполое размножение и половой процесс.

Одноклеточные весьма многочисленны. На 1 м² поверхности почвы обитает около 100 млрд особей одноклеточных.

В подцарстве около 40 тыс. видов, объединенные в 5 типов:

1. Корнежгутиковые *Sarcomastigophora*.
2. Апикомплексы *Apicomplexa*.

3. Книдоспоридии *Cnidosporidia*.
4. Микроспоридии *Microsporidia*.
5. Ресничные *Ciliophora*, или инфузории *Infusoria*.

2. Тип Корнежгутиковые *Sarcomastigophora*

Около 25 тыс. видов. Органоиды движения — непостоянные выросты цитоплазмы — ложноножки (псевдоподии) или жгутики. С их помощью происходит также захват и поглощение пищи.

Два класса — *Sarcodina* и *Mastigophora*. Эти группы близкородственны, так как многие жгутиконосцы образуют ложноножки, а у некоторых амёб могут возникать жгутики.

Одноклеточные или, реже, многоклеточные. Бесполое размножение и половой процесс.

3. Класс Жгутиконосцы *Mastigophora*, или *Flagellata*

Органеллы движения — жгутики, прикрепленные к переднему или заднему концу клетки или покрывающие большую часть поверхности клетки. У немногих видов могут быть и псевдоподии.

У некоторых представителей жгутиконосцев есть хлорофиллы с хлорофиллом. Они способны осуществлять фотосинтез.

Другим жгутиковым свойствен гетеротрофный обмен — они используют в качестве пищи готовые органические вещества.

Резервные питательные вещества — капельки жира, гликогена (животный крахмал — полисахарид). Сократительные вакуоли. Бесполое и половое размножение. У жгутиконосцев диплоидна только зигота, все остальные стадии жизненного цикла гаплоидны.

Размеры от 1–2 мкм до нескольких миллиметров.

Подкласс Растительные жгутиконосцы *Phytomastigina*. Автотрофное или миксотрофное питание. Хлорофилл. Фотосинтез. Продукт ассимиляции — крахмал. Иногда — сапрофитное питание. Эвглена. Вольвокс.

Отряд Хризомонадовые Chrysomonadina. Водные, обычно колониальные формы.

Отряд Панцирные жгутиконосцы Dinoflagellata (Peridinea). Панцирь из пластинок клетчатки. Есть виды, у которых хлорофилл отсутствует — ночесветка *Noctiluca*.

Отряд Euglenoidea. Пресноводный планктон. Эвглена. Отряд Phytomonadina. Volvox.

Подкласс Животные жгутиконосцы Zoomastigina. Жгутиконосцы с гетеротрофным питанием.

Отряд Воротничковые жгутиконосцы Choanoflagellata. Свободноживущие одиночные или колониальные формы. 1 жгутик.

Отряд Rhizomastigina. Свободноживущие. 1–3 жгута и псевдоподии.

Отряд Kinetoplastida. Особый органоид, кинетопласт, связанный со жгутом. Здесь происходит генерация энергии для движения жгутика. Несколько свободноживущих; большинство — паразиты.

Род Трипаносомы *Trypanosoma* паразиты крови и спинномозговой жидкости позвоночных животных и человека. Лентовидное тело с жгутом и ундулирующей мембраной. Переносчиком служат кровососущие насекомые. Болезни, при которых возбудитель передается от одного хозяина к другому через животных — переносчиков, называется трансмиссивным. Обычно переносчики являются кровососущими.

T. rhodesiae — «сонная болезнь» человека в тропической Африке.

T. brucei brucei — возбудитель наганы — болезни рогатого скота в Африке. В обоих случаях переносчиками являются кровососущие мухи «цеце» — *Glossina morsitans* и *G. palpalis*.

T. cruzi — болезнь Чагаса в Америке. Переносчики — кровососущие триатомовые клопы.

T. evansi — возбудитель сурры — болезни верблюдов в Южной Азии Африке. Переносчики — слепни рода *Tabanus*.

T. equiperdum — возбудитель случной болезни лошадей в Азии.

Род лейшмании *Leishmania* — внутриклеточные паразиты человека и животных. Лейшманиозы — тропические

болезни — инвазии. Тропические болезни — это болезни стран с теплым и жарким климатом. Лейшманиозы распространены на всех континентах, кроме Австралии. Род лейшмания включает десятки видов, но инвазировать человека могут 17 видов (Старый Свет — 6 видов, Новый Свет — 11 видов).

Жизненный цикл лейшманий протекает со сменой хозяев — позвоночного и кровососущего насекомого. Переносчики — кровососущие двукрылые — москиты (сем. Phlebotomidae). В организме позвоночного паразитирует в безжгутиковой (амастиготной) стадии. Жгут появляется в кишечнике москита (промастиготная стадия). Размножение лейшманий происходит путем продольного деления.

Leishmania tropica — возбудитель кожной формы лейшманиоза. Местные заболевания кожи — восточная язва или пендинка. Закавказье, Средняя Азия. Природными резервуарами кожного лейшманиоза могут быть грызуны.

Leishmania donovani — возбудитель висцерального лейшманиоза. Средняя Азия, Индия, Индокитай. Природные резервуары — шакалы, лисицы, собаки. С током крови возбудитель попадает во внутренние органы (печень, селезенка). В клетках лейшмании теряют жгутик. Пораженные органы увеличиваются.

Отряд Многожгутиковые Polymastigina. Исключительно паразитические. Полости органов. Trichomonas — обитатели ротовой полости, кишечника, мочеполовых органов животных и человека. Lamblia — полости органов животных и человека.

Отряд Ногожгутиковые Nupermastigina, зачастую многоядерные. Кишечник термитов. Симбиоз. Переваривание древесины.

Отряд Oralinina. Паразитические. Кишечник амфибий. Дву- или многоядерные. Половое и бесполое размножение. Гаметы одноядерные.

4. Класс Корненожки Sarcodina

Организмы, снабженные ложноножками; на некоторых стадиях бывают жгутики. Псевдоподии: лобоподии — лопастевидные, филоподии — нитевидные, ризоподии — ветвистые, аксеподии — лучевидные с опорными микротрубочками.

Скелет имеется или отсутствует. Большинство видов размножается бесполом, часть — половым путем. Водные, почвенные, паразитические.

Подклассы: Корненожки *Rhizopoda*, Лучевики *Radiolaria*, Солнечники *Heliozoa*.

Подкласс Корненожки *Rhizopoda*. Псевдоподии типа лобоподий или ризоподий. У многих скелет в форме раковины. В основном бесполое размножение; у некоторых чередование полового и бесполого — метагенез.

Бесполое поколение — агамонты — образуют путем множественного деления (шизогонии) дочерние клетки — агаметы. Агаметы дают начало половому поколению — гамонтам. Ядро гамонта многократно делится так, что корненожка становится многоядерной. Ее тело распадается на множество мелких клеток: каждая из них образует по 2 жгутика. Это половые клетки — гаметы. При их слиянии (изогамная копуляция) образуется зигота.

Отряды: Амебы *Amoebina*, Раковинные амебы *Testacea*, Фораминиферы *Foraminifera*.

Преимущественно морские бентосные и планктонные одноклеточные. Фораминиферы имеют раковину с одним или несколькими отверстиями — устьями, из которых наружу выходят тонкие длинные нитевидные отростки цитоплазмы (псевдоподии). Около 40 тыс. видов приходится на долю ископаемых, встречающихся с кембрия. Современные формы насчитывают до 1 тыс. видов, обитающих в морских бассейнах.

Наряду с микроскопическими формами (0,02–0,05 мм) встречаются и гигантские раковины — свыше 100 мм. По способу образования и составу выделяют секреторные раковины, образующиеся за счет выделений тела и агглютинированные раковины, состоящие из разных посторонних частиц: зерен кварца, кальцита, спикул губок, сцементированных выделениями цитоплазмы. По строению различают три основных типа раковин: однокамерные, двухкамерные и многокамерные.

Камеры многокамерных раковин отделены друг от друга перегородками с отверстиями.

У фораминифер наблюдается кодоминирование гаплоидного и диплоидного поколений. Диплоидные особи (2n)

в результате мейоза формируют гаплоидные особи. Эти особи путем митоза образуют гаметы, которые сливаются и диплоидный набор восстанавливается.

Подкласс Лучевики *Radiolaria*. Минеральный внутренний скелет из SiO_2 или CaSO_4 образует центральную капсулу и радиальные иглы. Многочисленные аксоподии и филоподии. Одно или несколько ядер. Морские планктонные одиночные или колониальные. Бесполое, у некоторых — половое размножение. 7–8 тыс. видов.

Подкласс Солнечники *Heliozoa*. Несколько десятков видов. Скелет из SiO_2 или отсутствует. Аксоподии. Пресноводные и морские. Бесполое размножение; у некоторых — половой процесс.

Тип Апикомплексы Apicomplexa

План:

- 1) Общая характеристика апикомплексов;
- 2) Отряд Грегарины Gregarinina;
- 3) Отряд Кокцидии Coccidiomorpha.

1. Общая характеристика апикомплексов

Около 5 тыс. видов исключительно паразитических простейших. Одна из форм приспособления к паразитизму — выработка сложных и разнообразных жизненных циклов, обеспечивающих заражение хозяина.

Жизненный цикл:

По ходу цикла происходит смена разных форм размножения, ведущих к увеличению числа паразитов в данной особи хозяина — *бесполого (агамогония) и полового (гамогония) размножения*, а также стадий, служащих для заражения новых особей хозяина, то есть *расселения вида (спорогония)*.

Бесполое размножение заключается в множественном делении (шизогонии) или делении надвое (бинарное деление). Образуются молодые фазы развития — зоиты. Они проникают в новые клетки хозяина. Для этого зоиты обладают особым апикальным комплексом органелл. В него входит коноид — спираль, оказывающая механическое воздействие на стенку клетки хозяина и два мешковидных образования — роптрии. Из роптрий изливается жидкость, растворяющая оболочку клетки хозяина.

Зоиты делятся, образуя гаметы. Гаметы сливаются (копулируют) в диплоидную зиготу. Зигота может формировать оболочку — возникает ооциста. Внутри нее при делении образуются спорозоиты — стадии, служащие для расселения вида. При этом происходит мейоз. Все остальные стадии жизненного цикла гаплоидны.

Классификация:

Класс Перкинсеи

Класс Споровики:

Отряд Грегарины *Gregarinina*

Отряд Кокцидии *Coccidiomorpha*

Подотряд Эймериевые *Eimeriina*

Подотряд Кровяные споровики *Haemosporina*

Подотряд Пироплазмы *Piroplasma*

2. Отряд Грегарины *Gregarinina*

Около 500 видов. Преимущественно внеклеточные паразиты беспозвоночных, особенно часто встречаются у насекомых. Есть грегарины у кольчатых червей, иглокожих, оболочников. Кишечные грегарины, а также обитатели полости тела, органов размножения. Органеллы движения отсутствуют (скользящие движения обусловлены волнообразными сокращениями продольных складок пелликулы). Тело продолговатое, длиной от 10 мкм до 16 мм. У многих грегарин оно расчленено на отделы: задний — дейтомерит, содержащий ядро, и передний — протомерит, несущий эпимерит (или мукрон). Последний служит для закрепления в тканях хозяина и выполняет функцию клеточного рта.

Жизненный цикл:

В кишечнике хозяина. Проникновение ооцисты паразита в кишечник хозяина. Растворение оболочки ооцисты пищеварительными соками хозяина и выход спорозоитов в полость кишечника. Внедрение спорозоитов в стенку кишечника и их внутриклеточное развитие; выход спорозоитов в полость кишки. Рост и развитие взрослой особи в полости кишечника; образование сизигия, выделяющего общую оболочку, а затем формирующего цисту.

Во внешней среде. Деление ядра и образование половых клеток; оплодотворение; спорогония — развитие зиготы (ооцисты) и формирование спорозоитов (стадий, способных заражать новых особей хозяина).

3. Отряд Кокцидии *Coccidiomorpha*

Паразиты кольчатых червей, моллюсков, членистоногих, позвоночных. Внутриклеточный паразитизм в разных органах и тканях.

Подотряд Эймериевые *Eimeriina*. Паразитируют в эпителиальных и других клетках кишечника, печени, почек и других органов животных. У одних кокцидий есть только один хозяин и спорогония, хотя бы частично, протекает во внешней среде. У других есть смена хозяев.

К однохозяинным паразитам относятся кокцидии рода *Eimeria*. Эймериоз кроликов, кур, крупного рогатого скота.

Токсоплазмы *Toxoplasma gondi*. Хроническое или острое заболевание с поражением нервной системы, органов зрения, лимфатической и эндокринной систем животных и человека. Жизненный цикл со сменой хозяев. Половой процесс и образование ооцист происходит в кишечнике видов сем. Кошачьих, бесполое размножение — в разных позвоночных хозяевах, служащих им пищей. Человек заражается при контакте с домашней кошкой.

Саркоцистоз *Sarcocystis* — мясные споровики. Проявление болезни разное, может протекать бессимптомно. В мускулатуре промежуточных хозяев — крупного рогатого скота, овец, свиней, заражающихся с приемом пищи и в эпителии кишечника окончательных хозяев — хищных млекопитающих.

Подотряд Кровяные споровики *Haemosporina* — паразиты крови позвоночных, главным образом, млекопитающих и птиц, а также рептилий. Более 100 видов. Роды *Leucocytozoon*, *Haemoproteus*, *Plasmodium*. Жизненный цикл сходен с таковым кокцидий: шизогония, развитие гамет, оплодотворение, спорогония.

К роду *Plasmodium* относятся 10 видов, 4 из которых патогенны для человека. Они вызывают заболевание, известное под названием малярии (*mala aria* — дурной воздух). Прежде считали, что болезнь вызывается дурным воздухом, приносимым с болот. Другое название — болотная лихорадка. Возбудитель был открыт в 1880 г. врачом французской армии в Северной Африке Л. Лавераном, обнаружившим *Plasmodium*

в крови больного малярией. В 1887 г. Р. Росс, британский военный врач в Индии, установил, что переносчиком является комар.

В последние 2 тыс. лет в районе Средиземноморья малярия унесла больше жизней, чем военные действия. Еще в 1945 г. в Испании регистрировали свыше 400 тыс. случаев заболеваний малярией. В настоящее время в мире каждый год заражается 1 из 50 человек, а ежегодная смертность составляет 1 % от числа зараженных. ДДТ — 4,4 — дихлор-дифенил-трихлор-метил-метан.

Виды рода *Plasmodium*, поражающие человека, имеют сходные жизненные циклы. Оплодотворение гамет и спорогония происходят в организме комаров рода *Anopheles*, являющихся переносчиками. В организме человека жизненный цикл паразитов продолжается стадией шизогонии в паренхиматозных клетках печени, затем эритроцитарной шизогонией и образованием гамет. Отсутствует экзогенная стадия.

Характерная особенность малярийной инвазии — синхронизация циклов шизогонии, протекающей в эритроцитах. Предполагают, что на развитие этих циклов оказывает влияние циркадный ритм человека, обычно размножаются через промежуток времени, кратный 24 часам. Малярия характеризуется наличием более или менее регулярных признаков лихорадки, совпадающих во времени с разрывом пораженных эритроцитов в конце цикла шизогонии. Периодичность течения трех наиболее распространенных форм малярии послужила основой для их названий.

Plasmodium vivax имеет 48 часовой цикл и вызывает приступы лихорадки в 1 и 3 дни — трехдневная малярия.

P. malariae вызывает четырехдневную малярию, цикл составляет 72 часа.

P. falciparum — трехдневная или околотрехдневная; приступы менее чем через 48 часов.

P. ovale — наиболее редкая форма. Стадия шизогонии продолжается несколько больше 48 часов. Клинически сходна с *P. vivax*.

Это паразиты с узкой специфичностью. Виды рода *Plasmodium*, паразитирующие у человека, не могут развиваться

в других хозяевах. Поэтому не существует природных очагов малярии, не связанных с человеком.

P. gallinaceum — паразит крови домашней курицы в тропических странах. Переносчики — комары рода *Aedes*.

Подотряд Пироплазмиды *Piroplasmida* — очень мелкие высокопатогенные паразиты крови млекопитающих. Пироплазмы близкородственны гемоспоридиям. Считают, что пироплазмиды занимают «экологическую нишу» малярии у жвачных, которые малярией не болеют. Около 170 видов.

Пироплазмиды размножаются в эритроцитах зверей бинарным делением. Остальная часть жизненного цикла протекает в переносчиках — иксодовых клещах. Оплодотворенная зигота (оокинета) проникает в клетки кишечного эпителия, где происходит шизогония. Через полость тела пироплазмиды распространяются во многие ткани клеща, в том числе — в слюнные железы и яичники.

Тип Инфузории Infusoria. Филогения простейших

План:

- 1) Общая характеристика инфузорий;
- 2) Филогения простейших.

1. Общая характеристика инфузорий

В типе Инфузории Infusoria более 8 тыс. видов размером от 10 мкм до 4,5 мм. Органоиды движения — реснички. Согласованное биение ресничек. Vegetативное ядро — макронуклеус, генеративное — микронуклеус. Может быть несколько ядер.

В макронуклеусе происходит транскрипция — синтез на матрицах ДНК информационной и других форм РНК, которые уходят в цитоплазму, где на рибосомах происходит синтез белка. ДНК макронуклеуса способна также и к репликации. Микронуклеус не осуществляет вегетативных функций. В нем не происходит транскрипции (синтеза РНК), но хромосомы способны к удвоению (репликации), что бывает перед каждым делением.

Конъюгация — временное частичное слияние двух особей, при котором происходит взаимный обмен ядрами таким образом, что после разделения партнеров их ядра содержат перекомбинированные хромосомные наборы. Конъюгирующие партнеры — гермафродиты, так как у них генеративные ядра двух разновидностей. Но парамеции конъюгируют только в том случае, если принадлежат к разным половым типам.

Бесполое размножение инфузорий представляет собой поперечное деление, сопровождающееся делением обоих ядер. У некоторых *Paramecium* число бесполок поколений ограничено и не превышает 350. В отсутствии конъюгации они вымирают.

Многие инфузории питаются бактериями, одноклеточными водорослями, другими простейшими, мелкими органическими частицами. У таких ресничных есть пищеварительная

вакуоль. Непереваренные остатки выбрасываются через специальное отверстие — порошицу. Органоид, отвечающий за регуляцию осмоса — сократительная вакуоль. Эндоплазматическая сеть возле нее преобразована в специфическую дренажную систему, по которой жидкость поступает в проводящие каналы, а оттуда в саму вакуоль.

Часть инфузорий — планктонные и бентосные организмы пресноводные и морские. Есть обитатели морского песка, почвенные, симбиотические и паразитические. Паразитические инфузории обитают в желудке жвачных, коже рыб, кишечнике человека, Многие являются паразитами беспозвоночных животных.

Классы: Ресничные инфузории Ciliata, Сосущие инфузории Suctoria.

2. Филогения простейших

Клетки — ограниченные мембранами системы, наименьшие из биологических единиц, способных к саморепродукции. Гипотезы происхождения эукариот от прокариот:

1) сукцессивная гипотеза: мембранные органеллы клетки (ядро, митохондрии, пластиды, аппарат Гольджи) возникли постепенно (сукцессивно) из мембраны клетки прокариот;

2) эндосимбиотическая гипотеза (Маргелис): митохондрии, реснички и фотосинтезирующие пластиды произошли от свободноживущих бактерий, которые в результате симбиоза были включены в состав клеток прокариот — хозяев.

Из известных типов простейших (Sarcomastigophora, Microsporidia, Cnidosporidia, Ciliophora), три типа — паразитические, возникшие после появления многоклеточных животных.

Инфузории — самые высокоорганизованные из всех простейших. Только Саркомастигофоры — обладатели многих первичных (плезиоморфных) признаков, общих для предков всех простейших.

А. Пашер (1914) предположил, что наиболее примитивная группа животных — жгутиковые. Они близки к одноклеточным растениям, разнообразны их типы питания. Органеллы

движения — жгутики, которые есть и у прокариот. Упрощенность строения саркодовых А. Пашер считал вторичным явлением в связи с переходом к активному фагоцитозу. Наличие жгутиков у гамет некоторых саркодовых он рассматривал как свидетельство их происхождения от жгутиконосцев.

А. Н. Опарин (1924) и другие рассматривали в качестве первичной группы саркодовых. В пользу этого свидетельствует сходство коацерват и амёб. Опарин считал, что гетеротрофы были первичными организмами.

Жгутиковые и саркодовые происходят из древней, примитивной, не сохранившейся группы животных, у которых еще не было сложно устроенных органоидов.

Подцарство Многоклеточные Metazoa. Происхождение и общая характеристика

План:

- 1) Теории происхождения многоклеточных;
- 2) Общая характеристика многоклеточных.

1. Теории происхождения многоклеточных

Э. Геккель (1874) выдвинул теорию гастреи. Он утверждал, что предком многоклеточных была шаровидная колония простейших. Энтодерма образуется путем впячивания стенки однослойной бластулы. В результате образуется двуслойная гастрюла — гастрея.

И. И. Мечников (1886) высказал теорию, согласно которой энтодерма низших многоклеточных образуется не посредством впячивания, а путем внедрения отдельных клеток в полость бластулы — бластоцель. Этот процесс, по мнению Мечникова, был связан с внутриклеточным пищеварением (фагоцитозом) ушедших в полость колонии клеток. Поэтому внутренний слой клеток был назван Мечниковым фагоцителлобластом, а сама стадия — фагоцителлой.

Согласно другой гипотезе, выдвинутой в 1877 г. Г. Иерингом и развитой И. Хаджи (1944, 1958), развитие многоклеточных идет от многоядерных инфузорий. Все органеллы И. Хаджи считал гомологичными органам многоклеточного животного. Кожные покровы многоклеточных, по его мнению, произошли из эктоплазмы, их кишечник — из эндоплазмы, мышцы — из мионем, органы выделения — из пульсирующих вакуолей. В теле инфузорий формировались клеточные границы вокруг отдельных прилежащих участков цитоплазмы. Процесс был назван целляризацией, а сама теория — теорией целляризации.

2. Общая характеристика многоклеточных

Клетки многоклеточных Metazoa всегда дифференцированы по строению и по функции и утратили самостоятельность.

Подцарство одноклеточные образуют три надраздела:

1. Фагоцителлоподобные Phagocytellozoa.

2. Паразои Parazoa.

3. Высшие или настоящие многоклеточные Eumetazoa.

К надразделу Фагоцителлообразных относят самых примитивных многоклеточных животных. К ним относится только один тип — Пластинчатые Placozoa. У них два типа клеток — жгутиковые и амебоидные — фагоциты. Они сходны с гипотетическим предком многоклеточных — фагоцителлой.

К надразделу Паразои относится только один из современных типов животных — губки и вымершие животные — тип археоциаты. Губки состоят из специализированных клеток, выполняющих защитную, опорную и пищеварительную функции. Однако у них нет тканей, органов, нервных и чувствительных клеток.

Надраздел Эуметазои. У этих животных дифференцированные ткани и органы, есть нервные клетки. Для них характерны интегрированность и целостность особей. Тела имеют радиальную и билатеральную симметрию.

Среди высших многоклеточных выделяют раздел Radiata, или двуслойные. Тело у них состоит из двух зародышевых листков — эктодермы и энтодермы. Они обособлены и у взрослых особей. Раздел Bilateria включает животных, тело которых развивается из трех зародышевых листков: эктодермы, мезодермы и энтодермы.

Тип Губки Spongia, или Porifera

План:

- 1) Общая характеристика губок;
- 2) Размножение и развитие губок.

1. Общая характеристика губок

Тип Губки Spongia или Porifera включает около 5 тыс. видов. Их долго не включали в царство животных из-за сидячего образа жизни и недифференцированного тела. Это, в основном морские, реже — пресноводные обитатели. Губки напоминают комок, куст или корку, кубок, бокал. Они образуют колонии. Особи колонии плохо отличимы друг от друга.

Отличия от остальных многоклеточных:

1. Отсутствие нервной системы, органов чувств и специальных мышечных клеток.

2. Тело состоит из двух слоев клеток — наружного (эктодерма) и внутреннего (энтодерма) и массивной соединительной ткани — мезоглеи между ними. Мезоглея — неклеточный слой студенистого вещества с разбросанными в нем клетками.

Тело губок пронизано системой каналов. Они начинаются на поверхности мелкими порами. Поры ведут в специальные камеры, выстланные воротничковыми жгутиковыми клетками — хоаноцитами. Одиночные губки имеют форму бокала. Место прикрепления к субстрату — подошва. Внутри тела типичной губки находится парагастральная (или атриальная) полость, открывающаяся на вершине устьевым отверстием (оскулюмом).

Вода поступает в губку через поры и выходит из устья. Ток воды в губке происходит за счет движения жгутиков воротничковых клеток. Эти клетки захватывают из воды бактерий, простейших и заглатывают их. Переваривание происходит в этих клетках или в амебоцитах.

Хоаноциты выстилают всю внутреннюю поверхность тела губки. Наружная поверхность состоит из покровных клеток — пинакоцитов.

В мезоглее находятся звездчатые опорные клетки (колленциты), скелетообразующие клетки (склероциты), подвижные амебоидные клетки (амебоциты) и археоциты, дающие начало любым другим клеткам, в том числе и половым.

Скелет состоит из углекислой извести, кремнезема, спонгина (склеропротейн: роговые губки), либо из их сочетаний. Минеральный скелет образован иглами (спикулами). Скелет внутренний; образуется в мезоглее.

У бадяги *Spongilla* кремниевое-роговой скелет, у туалетной *Euspongilla* — роговой. Образование рогового вещества у губок находится в прямой зависимости от температуры воды. Поэтому настоящие роговые губки обильно представлены только в тропических и субтропических широтах.

2. Размножение и развитие губок

Бесполое размножение губок — это наружное или внутреннее почкование. У одиночных губок наружные почки отделяются от материнской особи, образуя самостоятельный организм. У колониальных губок за счет почкования идет рост колонии.

У пресноводных губок могут формироваться внутренние почки — геммулы. Осенью перед отмиранием материнской колонии археоциты образуют в мезоглее скопления, вокруг которой возникает двойная спонгиновая оболочка со скелетными элементами. Весной в скелетном остове материнской колонии из геммул формируется новая — дочерняя колония. Геммулы разносятся течениями, а при пересыхании водоемов — ветром.

Половое размножение известно для известковых и кремниевое-роговых губок. Обычно губки — гермафродиты, реже — раздельнополы. Половые клетки формируются в мезоглее из археоцитов. Сперматозоиды выходят в атриальную полость, затем через устье наружу и через поры в мезоглею другой губки, где происходит оплодотворение. Личинка покидает тело материнской особи, оседает на дно и превращается во взрослую губку.

При развитии личинок губок первичная эктодерма (жгутиковые клетки) становится на место энтодермы, и обратно.

Происходит так называемое извращение зародышевых пластов. В. Н. Беклемишев связывал этот процесс с разным образом жизни губок на личиночной и взрослой стадиях.

Жгутиковые клетки (кинетобласты) свободноплавающих бластул губок выполняют двигательную (кинетическую) функцию. Когда личинки садятся на субстрат, то двигательная функция кинетобласта сохраняется, но она переносится внутрь тела развивающейся губки и становится мерцательно-вододвижущей. По мере погружения кинетобласта внутрь, другие клеточные элементы, входившие в состав тела плавающей личинки, постепенно образуют наружный слой тела губки.

Классы: Стекланные или Шестилучевые губки *Hyalospongia*, Известковые губки *Calcispongia*, Обыкновенные губки *Demospongia*.

Тип Кишечнополостные Coelenterata, или Cnidaria

План:

- 1) Общая характеристика кишечнополостных;
- 2) Класс Гидроидные;
- 3) Класс Сцифоидные;
- 4) Класс Коралловые полипы.

1. Общая характеристика кишечнополостных

В мировой фауне 10 тыс. видов Кишечнополостных Coelenterata. Из настоящих многоклеточных кишечнополостные — самые низкоорганизованные существа. Их тело состоит из двух слоев клеток (эктодерма и энтодерма) с лежащим между ними слоем неклеточного вещества. Тело кишечнополостных имеет вид открытого на одном конце мешка, то есть походит на гастралу. В полости мешка, выстланной энтодермой, происходит переваривание пищи, а отверстие служит ртом. Через него удаляются остатки пищи. Название типа связано с развитием у них кишечной или гастральной полости. Стрекательные клетки в животном мире есть только у кишечнополостных.

Некоторые кишечнополостные прикрепляются ко дну и ведут прикрепленный образ жизни (полипы), другие плавают (медузы). Понятие медуз и полипов не систематическое, а морфологическое. Один и тот же вид может существовать в форме медузы или полипа. Диффузный тип нервной системы. Есть экто- и энтодермальные скопления мультиполярных нейронов между клетками эпителия.

Кишечнополостные образуют мономорфные и полиморфные колонии.

Классификация кишечнополостных основана на оценке доли участия каждой стадии в жизненном цикле.

Классы: гидроидные, сцифоидные, коралловые полипы.

2. Класс Гидроидные

Морские, реже пресноводные одиночные или колониальные животные. Жизненный цикл с чередованием полового (медузоидного) и бесполого (полип) поколений. Некоторые виды существуют только в форме полипа или медузы. В мире около 4 тыс. видов.

3. Класс Сцифоидные

Около 200 видов исключительно морских животных. Они крупнее гидроидных медуз и парус отсутствует. Медузоидное поколение преобладает.

Тело в виде круглого зонтика или высокого колокола. Посреди нижней стороны зонтика на конце ротового стебелька находится четырехугольный рот. Углы рта вытягиваются в органы захвата пищи — ротовые лопасти. Рот ведет в эктодермальный желудок в центре зонтика. Желудок образует 4 карманообразных впячивания. От желудка отходят радиальные каналы гастроваскулярной системы; они впадают в кольцевой канал, идущий по краю зонтика.

По краю зонтика находятся щупальца со стрекательными клетками. Некоторые щупальца укорочены и утолщены; образуются краевые тельца или ропалии, несущие органы зрения (глаза, глазки) и равновесия (статоцисты). В связи с развитием органов чувств нервная система усложнена. Вдоль краевого нервного кольца соответственно ропалиям образованы скопления нервных клеток.

Медузы раздельнополы. Половые железы образуются из энтодермы. Созревшие половые клетки выходят наружу через рот. После дробления яйца образуется бластула, затем личинка — мерцательная планула. Она плавает, а затем прикрепляется ко дну и превращается в маленький полип — сцифистому, который формирует молодых медуз. При этом происходит стробиляция: образуется стопка дисков из молодых перевернутых медуз — стробила. Это личинки медуз. Они последовательно отрываются от сцифистомы, переворачиваются и начинают плавать. Эта личиночная стадия называется эфирой. Она превращается во взрослую медузу.

Таким образом, у сцифомедуз выражен метагенез — чередование полового и бесполого поколений.

4. Класс Коралловые полипы

Колониальные или одиночные полипы, развивающиеся без смены поколений. Обитатели тропических морей. Колонии кораллов могут достигать гигантских размеров. В мире известно 6 тыс. видов.

Подкласс Восьмилучевые. Скелет внутренний, роговой или известковый. Отряд Горгоновые.

Подкласс Шестилучевые. Скелет наружный, внутренний или отсутствует.

Отряд Мадрепоровые кораллы. Одиночные и колониальные полипы с мощным известковым скелетом. Главные образатели рифов.

Отряд Актинии. Одиночные бесскелетные полипы.

Раздел Билатеральные, или Двустороннесимметричные Bilateria. Тип Плоские черви Plathelminthes

План:

- 1) Раздел Билатеральные;
- 2) Общая характеристика плоских червей;
- 3) Класс Ресничные черви;
- 4) Класс Сосальщикообразные;
- 5) Класс Моногенеи;
- 6) Класс Ленточные черви.

1. Раздел Билатеральные

В связи с направленным движением вперед в теле почти всех многоклеточных животных прослеживается продольная ось, совпадающая с направлением такого перемещения. При этом многие органы чувств, такие как органы зрения и центры нервной интеграции находятся у переднего конца оси, а левая и правая половины тела становятся симметричными. Понятия «вперед», «назад», «влево» и «вправо» связаны с поступательным движением животного. Палеонтологические находки и особенности эмбрионального развития показывают, что даже радиально симметричные иглокожие происходят от свободноплавающих билатеральных форм. Радиальная симметрия у них приобретена как приспособление к сидячему образу жизни.

Животные, объединяемые в раздел Билатеральных или Двустороннесимметричных Bilateria, характеризуются присутствием трех ясно выраженных зародышевых листков: эктодермы, энтодермы и мезодермы, из которых в процессе онтогенеза развиваются все ткани и органы. Таким образом, билатеральные оказываются трехслойными животными, в отличие от двуслойных — губок, кишечнополостных и гребневиков.

Строение большинства нервных клеток билатеральных отличается от строения нервных клеток кишечнополостных. От расположенного вокруг клеточного ядра тела клетки (перикариона, сомы) отходят тонкие ветвящиеся отростки — дендриты, выполняющие рецепторную функцию. Длинный

отросток — аксон выполняет функцию проведения возбуждения. Наряду с этим есть и мультиполярные нейроны (нога моллюсков, внутренние органы членистоногих и позвоночных).

Нервная система централизованного типа. Перикарионы (тела) нервных клеток и дендриты сконцентрированы в отдельных ганглиях (узлах), связанных между собой, с органами чувств и эффекторами (мышцами, железами).

Раздел Билатеральные животные включает два подраздела: Нецеломические Acoelomata и Целомические Coelomata.

У нецеломических животных промежутки между внутренними органами заняты рыхлыми соединительнотканными клетками — паранхимой или есть первичная полость тела.

К нецеломическим относят три типа животных — Плоские черви, Круглые черви и Немертины.

В подраздел Целомических включают всех остальных билатеральных. У них формируется вторичная полость тела — целом.

2. Общая характеристика плоских червей

Плоские черви — наиболее просто устроенные животные, обладающие двусторонней симметрией. Такой план строения связан с активным движением. На переднем конце тела сконцентрировались органы чувств и мозг. Двусторонней симметрией обладают все высокоорганизованные животные. Плоские черви имеют оформленные внутренние органы. Среди 15 тыс. видов этих животных больше половины составляют паразитические формы.

Тело плоских червей в большинстве случаев вытянуто в длину и сплющено в спинно-брюшном направлении (принимает вид листа, пластинки, ленты).

Кожно-мускульный мешок плоских червей представляет собой совокупность эпителия и расположенной непосредственно под ним сложной системы мышечных волокон. Эти волокна одевают под эпителием все тело животного в виде сплошного мешка. Сокращение мышечных элементов кожно-мускульного мешка обуславливают характерные «червеобразные» движения плоских червей.

Тело плоских червей не имеет полости — пространство между внутренними органами заполнено соединительной тканью мезодермального происхождения, или паренхимой. Паренхима заполняет все промежутки между органами. Она имеет опорное значение, служит местом накопления запасных питательных веществ, играет важную роль в процессе обмена (транспорт веществ).

Пищеварительный канал состоит из эктодермальной передней кишки, или глотки и энтодермальной средней кишки, замкнутой слепо. Задней кишки и заднепроходного отверстия нет. У паразитических форм пищеварительная система может полностью отсутствовать.

Нервная система образована парным мозговым ганглием и идущим от него назад нервных стволов, соединенных кольцевыми перемычками. Особого развития часто достигают два продольных ствола. Нервная система имеет вид решетки и называется ортогоном. Таким образом, формируется центральный регулирующий аппарат нервной системы. Тела нервных клеток и их дендриты группируются в концентрированную массу нервной ткани — ганглий.

Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Вещества перемещаются путем диффузии.

Имеются специальные органы выделения — протонефридии. Это система разветвленных канальцев со звездчатой клеткой на конце (в паренхиме) и пучком ресничек внутри (ресничное пламя). Поры на поверхности тела.

Половая система гермафродитна: обычно формируется сложная система протоков для выведения половых продуктов, и появляются органы, обеспечивающие возможность внутреннего оплодотворения.

Плоские черви — наиболее простые из животных, обладающие хорошо развитыми органами, т.е. функциональными единицами, состоящими из тканей двух или большего числа разных типов (мышечная глотка, глазки, органы размножения).

Классы: Ресничные черви *Turbellaria*, Сосальщики *Trematoda*, Моногенеи *Monogenoidea*, Ленточные черви *Cestoda*, Цестодообразные *Cestodaria*.

3. Класс Ресничные черви

Морские или пресноводные, реже — наземные свободнoживущие черви. Их тело покрыто однослойным ресничным эпителием. Известно около 3,5 тыс. видов.

Тело покрыто однослойным ресничным эпителием. Кишечник может отсутствовать, иметь простую форму или быть сильно разветвленным. Органы выделения — протонефридии. Нервная система от диффузной до ортогона. Гермафродитизм. Прямое или непрямоe развитие.

Два подкласса: Архоофоры *Archoophora* — в половой системе самок нет желточников, Неоофоры *Neophora* — половая система самок с желточниками.

4. Класс Сосальщики

Целиком паразитическая группа. Около 4 тыс. видов. Ресничный эпителий отсутствует. Вместо него — плотный наружный покров. Органы прикрепления — присоски или брюшной присасывательный диск.

Органы пищеварения, выделения и координации примерно такие же, как у других плоских червей, но органы размножения устроены очень сложно.

Развитие со сменой хозяев. Окончательные хозяева — позвоночные животные, промежуточные (один или несколько) — брюхоногие моллюски, ракообразные, насекомые, рыбы. В теле дополнительных хозяев инцистируется ранняя стадия развития паразитов.

У сосальщиков размножаются не только взрослые особи, но и личинки. Эти личинки дают начало новому поколению личинок — партеногенетическому, вырастающему во взрослых особей.

Если чередуются несколько следующих друг за другом партеногенетических стадий и одна гермафродитная, говорят о гетерогонии. Если есть одно половое и одно бесполое поколения — метагенез (эхинококк).

Подкласс Дигенетические сосальщики *Digenea*. Большинство видов трематод. Обычно 2 присоски и развитие со сменой хозяев и чередованием поколений.

Печеночный сосальщик *Fasciola* — фасциолез. Окончательные хозяева — травоядные животные, иногда человек, промежуточные — пресноводные моллюски *Lymnaea truncatula*.

Ланцетовидный сосальщик *Dicrocoelium* — дикроцелиоз. Окончательный хозяин — овца. Промежуточный — наземный моллюск *Zebrina, Frutricula*.

Кошачья (сибирская) двуустка *Opistorchis* — описторхоз. Окончательный хозяин — кошка, собака, человек. Два промежуточных хозяина — пресноводный моллюск *Bithinia leachi* и рыба.

Кровяная двуустка *Schistosoma* — шистозоматоз. Окончательный хозяин — человек, промежуточный — водный легочный моллюск.

Подкласс Аспидогастры *Aspidogastrea*. 40 видов. Вместо брюшной присоски — громадный брюшной присасывательный диск. Паразиты водных животных (моллюсков, рыб, черепах). Метаморфоз без чередования поколений.

5. Класс Моногенеи

Моногенеи (многоустки или моногенетические сосальщики) — эктопаразиты, живущие на коже и в жабрах рыб, редко — в мочевом пузыре и других органах амфибий и рептилий. Известно около 2,5 тыс. видов.

Вытянутое и плоское тело несет на заднем конце особый прикрепительный диск с крючьями, присосками или клапанами. Прикрепительные образования есть и на переднем конце тела.

Внутреннее строение сходно со строением сосальщиков. Жизненный цикл проходит без смены хозяев и без чередования поколений. Развитие сопровождается метаморфозом.

Самооплодотворение происходит редко, чаще бывает перекрестное оплодотворение, при этом одна и та же особь попеременно играет роль то самца, то самки.

Оплодотворенные черви приступают к откладке яиц. Яйца попадают в воду и на жабры рыб. Личинки развиваются в воде. Они покрыты ресничками. На заднем конце тела есть

зачаток прикрепительного диска с крючками. Личинки, попав на подходящего хозяина, теряют реснички, затем развивается прикрепительный диск. Личинка превращается во взрослого червя. У некоторых моногеней червь начинает откладывать яйца через 7–9 дней после закрепления личинки. Для моногеней известно живорождение.

Подкласс Низшие моногенеи *Polyonchoinea*. Прикрепительный диск с развитыми крючьями, присосками или одной мощной присоской. Паразиты рыб, амфибий и рептилий.

Лягушачья многоустка *Polystoma integerrimum* в половозрелом состоянии живет в мочевом пузыре лягушки. Весной при спаривании лягушек наступает половое размножение многоусток. Черви высовываются из клоаки и откладывают в воду оплодотворенные яйца. Личинки плавают в воде, затем прикрепляются к жабрам головастика, превращаются во взрослых червей и начинают откладывать яйца. Из этих яиц выходит второе поколение личинок. Они по поверхности тела головастика мигрируют в клоаку, затем в мочевой пузырь, где одновременно с лягушкой достигают половой зрелости.

Подкласс Высшие моногенеи *Olygonchoinea*. Паразиты рыб. Специальные органы прикрепления — клапаны, действующие по типу капкана. Представитель — спайник парадоксальный *Diplozoon paradoxum*. У этого вида соединение особей, длящееся почти всю жизнь, происходит так, что мужские половые протоки одного экземпляра открываются в женский проток другого, чем обеспечивается перекрестное оплодотворение.

6. Класс Ленточные черви

Свыше 3 тыс. видов. Длинные, плоские, лентовидные животные. Кишечные паразиты амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Личинки поселяются в разных беспозвоночных, главным образом, членистоногих и некоторых позвоночных.

На головном конце червя присоски, а часто и крючья, с помощью которых он прикрепляется к слизистой кишечника хозяина. Позади головы находится зона роста, образующая непрерывно путем почкования новые сегменты тела,

проглоттиды. Остальное тело состоит из цепи этих сегментов, содержащих, главным образом, набор органов размножения.

У цестод типичный кожно-мышечный мешок. Покровы напоминают покровы трематод и моногеней. На поверхности тела — многочисленные волосковидные выросты. Нет рта и вообще пищеварительной системы. Нервная система — ортогон. Выделительная система протонефридиального типа. Ленточные черви — гермафродиты. Каждая проглоттида спаривается сама с собой или с соседней проглоттидой. Оплодотворенные яйца выходят из кишечника хозяина наружу.

Если оплодотворенное яйцо будет проглочено другим хозяином, то из его капсулы вылупится личинка, которая будет продолжать свое развитие. Две личиночные стадии — онкосфера и финна. У большинства ленточных червей последовательно сменяются 2 или 3 хозяина.

Отряд *Caryophyllidea*. Гвоздичник *Caryophyllaeus*. Паразит карповых рыб. Личинки живут в полости тела малощетинковых червей.

Отряд *Pseudophyllidea*. Широкий лентец. Окончательный хозяин — животное, питающееся рыбой. Промежуточные хозяева — веслоногие рачки (циклоп и др.) и рыбы.

Отряд *Cyclophyllidea*. Бычий солитер (невооруженный цепень) *Taeniarrhynchus saginatus* — паразит тонкого кишечника человека. Яйца солитера, попадая вместе с испражнениями человека на землю, могут быть случайно заглочены крупным рогатым скотом. В кишечнике скота из яиц выходят зародыши, которые с током лимфы попадают в разные внутренние органы, в том числе в мышцы, где превращаются в финны.

Свиной солитер (вооруженный цепень) *Taenia solium*. В половозрелом состоянии паразитирует в тонком кишечнике человека. Промежуточным хозяином служит свинья, в мясе которой встречаются финны этого вида. Вооруженный цепень может встречаться в человеке не только в виде ленточной глисты, но и в стадии финны.

Эхинококк. Взрослый цепень живет в тонкой кишке хищных млекопитающих, а стадию финны проходит в разных органах травоядных. Человек заражается от собаки через грязные руки.

Типы Круглые черви *Nemathelminthes* и Скребни *Acanthocephales*

План:

- 1) Общая характеристика круглых червей;
- 2) Класс Нематоды;
- 3) Тип Скребни.

1. Общая характеристика круглых червей

Более 100 тыс. видов. Паразитические (большинство многоклеточных животных и растения) и свободноживущие (моря, пресные воды и почва).

1. Пространство между внутренними органами представляет собой первичную полость, заполненную жидкостью. Окруженная со всех сторон кожномускульным мешком, она находится под большим давлением и имеет опорное значение. Кроме опорной функции, выполняет важную роль в транспорте питательных веществ и продуктов обмена. Это внутренняя среда организма.

2. Форма тела в поперечнике округлая.

3. Тело покрыто кутикулой. Кутикула (от лат. *Cuti-cula* — кожа) у беспозвоночных — плотное не клеточное образование на поверхности клеток однослойного покровного эпителия (гиподермы); выполняет гл. обр. защитную и опорную функции. В состав кутикулы обычно входят хитин, который вместе с минеральными веществами и белками придает ей прочность, и липиды, способствующие ее водонепроницаемости.

1. Мускулатура представлена слоем продольных мышц.

2. Пищеварительная система сквозная и состоит из переднего, среднего и заднего отделов.

3. Выделительная система. Протонефридии или кожные (гиподермальные) железы.

4. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют.

5. Нервная система построена по типу ортогона.

6. Большинство видов раздельнополые, некоторые — гермафродиты. Размножение половое или партеногенетическое.

7. Развитие прямое, реже с метаморфозом.

8. Клеточный состав тела постоянный. Отсутствует способность к регенерации.

Классы: Брюхоресничные черви *Gastrotricha*, собственно Круглые черви, или Нематоды *Nematoda*, Волосатики *Nematomorpha*, Киноринхи *Kinorhyncha*, Коловратки *Rotatoria*.

2. Класс Нематоды

Насчитывает десятки тысяч видов. Водные, почвенные, паразитические. У большинства цилиндрическое тело длиной до 8 м (паразитическая нематода кашалота). Ресничный эпителий отсутствует. Тело покрыто толстой многослойной кутикулой, выделяемой кожей. Это наружный скелет. Совместно с тургором полостной жидкости он создает опору для мускулатуры. Мускулатура из одного слоя продольных волокон, образующих 4 ленты. Рот на переднем конце тела, порошица — на заднем. Питание мелкими организмами, жидкостями. У самки — половое отверстие.

Нервная система. Центральная часть — окологлоточное нервное кольцо, образованное ганглиями. Нервные стволы (по 6) направлены вперед и назад. Два главных нервных ствола — спинной и брюшной — соединяются многочисленными комиссурами.

Органы чувств. Органы осязания — бугорки или щетинки. Органы химического чувства — впячивания по бокам передней части тела — амфиды. У некоторых нематод — примитивные глаза.

Размножение половое или партеногенетическое. Самки откладывают яйца или рожают личинок. Рост личинок связан с линькой или сбрасыванием кутикулы. Последняя стадия развивается в самца или самку.

Обычно развитие идет без метаморфоза. У паразитических видов развитие со сменой хозяев или без него.

Экологические группы паразитических нематод:

Геогельминты. Часть цикла проходит во внешней среде.

1) Без смены хозяев: а) с миграцией личинок по крови — аскарида; б) без миграции личинок по крови — острица. 2) Со сменой хозяев — ришта.

Биогельминты: без смены хозяев — трихинелла; со сменой хозяев — нитчатка Банкрофта.

Классификация:

Подкласс Secernentea. Есть фазмиды: кутикулярные карманы в задней части тела — парные органы железистой или чувствительной природы. Свайник двенадцатиперстной кишки, аскариды, острицы, нитчатка Банкрофта, ришта, тилехиды.

Человеческая аскарида *Ascaris lumbricoides*. Паразит тонкого кишечника человека. Личинки в яичевой оболочке вместе с загрязненной пищей попадают в кишку, оттуда сами переходят в кровеносное русло, проникают в легочные капилляры, затем черед трахею, глотку, пищевод — снова в кишку. В течение этого трехнедельного «путешествия» личинки еще нуждаются в кислороде (аэробный обмен), но позднее аскарида может жить анаэробно. Яйца приобретают способность к инвазии только после долгого пребывания во внешней среде (холодного периода). Самка производит 200 тыс. яиц в сутки. Яйца покрыты оболочкой, защищающей зародыши от высыхания, химических воздействий. Могут сохраняться много лет.

Детская острица *Enterobius vermicalis*. Маленький червячок длиной 910 мкм. Паразит тонкой и толстой кишок человека, чаще у детей. Оплодотворенные самки спускаются к заднему проходу, где живут довольно долго, вызывая зуд. Яйца откладывают на кожу вблизи заднепроходного отверстия. Личинки появляются из яиц, только снова попав в кишечник через рот вместе с загрязненной пищей.

Ришта, или мединский струнец (Медина — город в Северной Аравии) *Dranunculus medinensis*. Длина самки от 32 до 100 см. Паразитирует в соединительной ткани, образуя подкожные нарывы. В нарыве — свернувшаяся клубком самка.

Тело самки почти полностью занято громадной маткой с бесчисленными детенышами. Самцы длиной 2 см. Нарывы — на руках, ногах и других частях тела. Из вскрывшегося нарыва высовывается конец свернувшейся в клубок самки. После вскрытия нарыва самка рождает большое число личинок, выходящих наружу. Промежуточный хозяин — циклоп.

Нитчатка Банкрофта *Wucheria bancrofti*. Вызывает у человека «слоновую болезнь» — элевантиазис, распространенную в тропических и субтропических широтах. Единичные случаи в Средней Азии. Взрослые особи находятся в лимфатических железах и сосудах. Вследствие закупорки сосудов происходит воспаление и утолщение их стенок, застой лимфы.

Самки производят огромное число мелких личинок (0,3 мм). Их называют «ночными микрофиляриями». По ночам они появляются в периферических сосудах, днем уходят вглубь тела — в легочные сосуды, сердце, почки. Передача осуществляется через промежуточных хозяев — кровососущих комаров. Личинки попадают в полость кишки комара, затем в его полость тела. Они растут и скапливаются у основания колющего хоботка. Через хоботок личинки попадают в кровь здорового человека. Африка от 20° с. ш. до 20° ю. ш. Египет, Мадагаскар, Индия. Ю-В Азия, западная часть Тихого океана, Китай, Корея, южная часть Японии, северная и северо-восточная часть Южной Америки.

Подкласс Adenophorea. Фазмиды отсутствуют. Власоглав, трихинеллы.

Трихинелла спиральная *Trichinella spiralis*. Часть жизни проводит в кишечнике, часть — в мышцах животного — хозяина. Хозяева — разные млекопитающие (хищники, парнокопытные, насекомоядные, грызуны, ластоногие), в том числе и человек. Заражение происходит вместе с поглощением плохо стерилизованного мяса. В желудке человека или другого животного капсулы, содержащие трихин, растворяются, и молодые трихины выходят из них, собираясь в тонкой кишке. На четвертый день они дают половозрелых самцов и самок. Происходит копуляция, самки внедряются в слизистую оболочку кишечника и попадают в кишечные лимфатические сосуды. Здесь самки живут до 2 месяцев, рождая несколько тысяч

личинок. Молодые личинки с током крови и лимфы попадают в разные части тела и внедряются в поперечнополосатую мускулатуру. Молодая трихина растет и разрушает мышечное волокно. В состоянии покоя может сохраняться до 20 лет и более.

3. Тип Скребни

В половозрелом состоянии паразитируют в кишечнике позвоночных. Развитие с метаморфозом. Жизненный цикл со сменой хозяев.

Промежуточные хозяева для скребней, паразитирующих у наземных позвоночных — насекомые (у гигантского скребня свиньи — личинки бронзовок и майских жуков), для скребней, живущих в половозрелом состоянии у водных позвоночных — рыбах, амфибиях, водоплавающих птицах — ракообразные. Может быть несколько промежуточных хозяев (у паразита тюленя — бокоплав и рыбы).

Раздел Целомические животные Coelomata.

Тип Кольчатые черви Annelida

План:

- 1) Общая характеристика целомических животных;
- 2) Тип Кольчатые черви.

1. Общая характеристика целомических животных

У всех высших многоклеточных животных формируется обширная внутренняя полость тела — целом. Эта полость отделяет пищеварительный тракт от стенок тела. Обычно она наполнена жидкостью и выполняет следующие основные функции:

1. Является гидростатическим скелетом.
2. Позволяет пищеварительному тракту и стенкам тела функционировать независимо друг от друга.
3. Обеспечивает транспорт питательных веществ, конечных продуктов обмена и газов.
4. Может временно накапливать конечные продукты обмена и избыток жидкости.
5. Участвует в регуляции осмоса в организме.

Целом — вторичная полость тела, поскольку он появляется в процессе эмбриогенеза после бластоцеля. По мере развития целома бластоцель редуцируется, превращаясь в ряд заполненных кровью пространств, ограниченных мезодермальными стенками. Целом образуется, как щель между клетками мезодермы и выстлан, соответственно, клетками мезодермального происхождения.

В результате развития целома слой мезодермы, прилежащий к эктодерме, входит в состав стенки тела, а слой, прилежащий к энтодерме пищеварительного тракта, образует мускулатуру кишечника.

Таким образом, целом представляет собой не только пространство между внутренними органами, но вполне оформленный орган.

Основная часть выстилающей целом мезодермы дает начало мышцам. Мышцы, входящие в состав стенки тела,

обеспечивают передвижение животного. Мышцы стенки кишечника, перистальтически сокращаясь, проталкивают пищу. Транспорт веществ от стенок тела к кишечнику и наоборот осуществляется по сосудам кровеносной системы.

Еще одним шагом эволюционным шагом в развитии целомических животных было появление метамерии.

Метамерия (от греч. *meros* — часть, доля), расчленение тела у некоторых групп организмов на сходные участки — метамеры, расположенные вдоль продольной оси тела.

Начинаясь в мезодерме, этот процесс захватил и эктодерму. В результате тело животного оказывается как бы поделенным поперечными перегородками на несколько одинаковых частей — сегментов. У кольчатых червей это деление четко прослеживается благодаря поперечным перегородкам по всей длине тела. Сегменты разделены внутренними перегородками, проходящими через целом. Но сегменты зависят друг от друга, так как некоторые системы органов, пронизывая перегородки, тянутся через все тело животного.

Отдельные сегменты или их группы могут специализироваться на выполнении разных функций. Это может проявляться в появлении в сегменте каких-либо органов или их слиянии и даже утрате сегментов.

2. Тип Кольчатые черви

Около 12 тыс. видов морских, пресноводных и сухопутных животных.

Тело состоит из головной лопасти, сегментированного туловища и задней анальной лопасти.

Органы движения — парные выросты сегментов тела со щетинками.

Есть хорошо развитый кожно-мускульный мешок.

Целом заполнен жидкостью и снабжен перегородками — диссипиментами и мезентерием. Ротовое отверстие лежит на брюшной стороне первого сегмента туловища. Пищеварительная система, как правило, состоит из ротовой полости, глотки, средней и задней кишки. Анальное отверстие на конце анальной лопасти.

У большинства есть развитая замкнутая кровеносная система. Движение крови осуществляется за счет сокращения сосудов. Кровь бесцветная, зеленая или красная.

Органы выделения (нефридии) расположены по сегментам туловища. Часто через них происходит вынос половых продуктов.

Нервная система из парного головного мозга, пары окологлоточных нервных стволов и брюшной нервной цепочки. Это пара более или менее сближенных, а иногда слитых продольных нервных тяжей, на которых в каждом сегменте расположены парные ганглии (кроме самых примитивных представителей).

Наиболее примитивные кольчатые черви раздельнополы; у части видов вторично появился гермафродитизм; для некоторых характерно бесполое размножение. Дробление яйца идет по спиральному типу и имеет детерминированный характер.

У низших представителей типа развитие протекает с метаморфозом; типичная личинка — трохофора. У высших представителей развитие без метаморфоза (прямое).

Классификация:

Подтип Беспоясковые Aclitellata.

Нет поясковой зоны половых сегментов. Раздельнополые. Развитие с метаморфозом. Класс Многощетинковые кольчецы Polychaeta.

Подтип Поясковые Clitellata.

Есть поясковая зона половых сегментов. Гермафродиты. Развитие прямое. Классы: Малощетинковые кольчецы Oligochaeta и Пиявки Hirudinea.

Тип Моллюски, или Мягкотелые Mollusca.

Общая характеристика. Классификация

План:

- 1) Общая характеристика моллюсков;
- 2) Подтип Боконервные Amphineura;
- 3) Подтип Раковинные Conchifera.

1. Общая характеристика моллюсков

Насчитывается 130 тысяч видов. Большинство моллюсков — обитатели водной среды, значительно меньше наземных жителей. Есть моллюски, ведущие неподвижный образ жизни, другие ползают или активно плавают. Часть моллюсков питаются микроскопическими организмами, соскребая их с субстрата или отфильтровывая из воды. Оплодотворение мягкотелых наружное или внутреннее, развитие прямое или с метаморфозом.

Основные черты строения моллюсков:

1. Тело состоит из головы (редуцирована у двустворчатых), туловища и ноги.
2. Кожная складка — мантия — покрывает все тело.
3. Между мантией и телом образуется мантийная полость, в которой лежат жабры, некоторые органы чувств и открываются половые и выделительные протоки.
4. Для многих характерна твердая раковина.
5. Туловище несегментированное; только у некоторых проявляется метамерия.
6. Промежутки между органами заполнены соединительной тканью.
7. Целом представлен перикардием и полостью гонад.
8. Пищеварительная система сквозная; у большинства в глотке находится аппарат, измельчающий пищу — радула.
9. Кровеносная система незамкнутая.
10. Органы выделения — видоизмененные целомодукты.
11. Нервная система разбросанно-узловая или лестничная.
12. Есть виды с раздельнополыми особями, другие являются гермафродитами.

2. Подтип Боконервные *Amphineura*

Примитивные моллюски с шиповатой кутикулой, часто с 8 метамерными пластинками раковины. Нервная система с двумя парами продольных стволов; боковые стволы сливаются позади анального отверстия. Голова без щупалец и глаз. Статоцистов нет.

Класс Панцирные или Хитоны *Loricata*

Около 1 тыс. видов, из них 100 видов — ископаемые. Панцирные моллюски живут в приливно-отливной зоне морей. Обтекаемая форма и способность прочно прикрепляться к поверхности камней дают им возможность выдерживать удары волн.

Раковина из 8 пластинок, черепацеобразно налегающих одна на другую. Мускулистая нога служит для передвижения и прикрепления к субстрату. Пища — растения, водоросли, одноклеточные и губки.

Класс Бороздчатобрюхие *Solenogastres*, или Беспанцирные или *Aplacophora*.

Моллюски без раковины и ноги. Червеобразное тело с кутикулой и многочисленными известковыми шипами. Морские малоподвижные, обычно глубоководные животные. Обитатели ила или колоний гидроидных полипов. 150 видов.

3. Подтип Раковинные *Conchifera*

Моллюски с известковой раковиной, цельной или разделенной на две створки. Покровы без кутикулы. Часто хорошо развит внутренностный мешок. Нервная система обычно разбросанно-узлового типа. На голове — глаза и щупальца. Имеются статоцисты.

Класс Моноплакофоры *Monoplacophora*.

Ряд примитивных черт: метамерия некоторых систем органов: кровеносной (5 пар мышц — ретракторов), выделительной — 6 пар нефридиев и дыхательной — 5 пар жабр, половой — 2 пары желез яичников или семенников.

Класс Брюхоногие *Gastropoda*.

Класс Двустворчатые или Пластинчатожаберные *Bivalvia*.

Класс Головоногие *Cephalopoda*.

Тип Моллюски.

Класс Брюхоногие *Gastropoda*

План:

- 1) Общая характеристика брюхоногих;
- 2) Подкласс Переднежаберные *Prosobranchia*;
- 3) Подкласс Заднежаберные *Opisthobranchia*;
- 4) Подкласс Легочные *Pulmonata*.

1. Общая характеристика брюхоногих

Самый многочисленный класс типа. Известно около 90 тыс. современных видов. Такое большое разнообразие связано с освоением брюхоногими прибрежной зоны моря и морских просторов, пресных водоемов и даже суши.

Голова явственно обособлена от туловища, несет 1–2 пары щупалец и глаза. Туловище покрыто раковиной. Раковина цельная, обычно асимметричная, закручена в коническую спираль. Под раковиной находится мантия. Ее передний край свисает над туловищем, образуя мантийную полость. В эту полость открываются анальное, выделительное и половое отверстия. У наземных брюхоногих есть специальное дыхательное отверстие. Нога хорошо развита, с широкой подошвой для ползания. Почти все брюхоногие утратили билатеральную симметрию многих внутренних органов.

Пищеварительная система образована ртом, ротовой полостью, мускулистой глоткой с языком и челюстями, желудком, тонкой и задней кишкой. В глотку открываются протоки слюнных желез, в желудок — протоки печени.

Секрет печени расщепляет углеводы. Печень (гепатопанкреас) всасывает пищу и служит местом отложения жира, гликогена. Это место полного переваривания пищи. В печени осуществляется внутриклеточное пищеварение (фагоцитоз).

Кишечник образует петлеобразный изгиб; поэтому анальное отверстие лежит над головой или сбоку от нее.

Кровеносная система состоит из сердца с желудочком и 1–2 предсердиями, арты и системы лакун — полостей

в промежутках между органами. Кровь проходит через органы дыхания и возвращается в сердце.

Органы дыхания — жабры или легкие. Первичные жабры (ктенидии) расположены по бокам порошицы, вторичные — в разных частях тела. Легкие есть у моллюсков, вторично освоивших пресные водоемы. В органах дыхания кровь окисляется.

Нервная система. От низших брюхоногих к высшим наблюдается постепенный переход от продольных нервных стволов к разбросанно-узловой нервной системе и концентрация ганглиев. В последнем случае церебральные ганглии иннервируют органы чувств (щупальца, глаза,статоцисты), плевральные — мантию, педальные обеспечивают двигательную иннервацию ноги, париетальные («пристенные») — жабры, висцеральные («внутренностные») — внутренние органы.

На голове 1–2 пары щупалец, глаза. Щупальца и края мантии — органы осязания. Передние щупальца и осфрадии (валик или перистые образования рядом с жабрами) — органы химического чувства. Парастатоцистов находится рядом с педальными ганглиями.

Органы выделения — одна или пара почек типа целомодуков. Один конец этого органа открывается в целом, другой — в мантийную полость.

Половая система и размножение. Брюхоногие моллюски раздельнополые или гермафродиты. Оплодотворение внутреннее или наружное. Развитие с образованием личинок или прямое внутри яичевой оболочки (легочные моллюски).

2. Подкласс Переднежаберные Prosobranchia

Самая обширная и разнообразная группа брюхоногих. Почти у всех развита раковина; у большинства она спирально закручена; у некоторых она имеет форму колпачка или блюдца. Жаберная полость направлена вперед и лежит на спинной стороне животного; соответственно, вперед направлена и вершина настоящей жабры или ктенидия (1–2 жабры впереди сердца). Плевровисцеральные коннективы перекрещены (хиастоневрия).

Морские, пресноводные, во влажных местах на суше. Рапана, лужанка.

3. Подкласс Заднежаберные *Opisthobranchia*

Мантийная полость сдвинута на правую сторону, ктенидий направлен вершиной назад. У многих представителей раковина обрастает мантией и редуцируется. Асимметрия: один ктенидий, одна почка и одно предсердие. Плевровисцеральные коннективы не перекрещены (эутиневрия).

Покрытожаберные, крыложаберные, крылоногие.

4. Подкласс Легочные *Pulmonata*

Легочные моллюски живут на суше или в пресных водах. Мантийная полость превращена в легкое. Нервная система эу-невральная.

Тип Моллюски.

Класс Двустворчатые *Bivalvia*, или Пластинчатожаберные *Lamellibranchia*

План:

- 1) Общая характеристика двустворчатых;
- 2) Классификация двустворчатых.

1. Общая характеристика двустворчатых

Широко распространенные обитатели морских и пресных водоемов. У них обычно двустворчатая раковина. Число современных видов около 15 тыс.

Тело продолговатое, более или менее сплюснутое с боков и билатерально симметричное. Голова отсутствует. На переднем конце туловища рот, на заднем — порошица. Нога служит для рытья и ползания. У многих представителей класса на нижней поверхности ноги открывается биссусовая железа, выделяющая нити, твердеющие в воде. Они позволяют моллюскам прикрепляться к предметам.

Мантия свешивается с боков в виде двух складок. В мантийной полости, между мантией и телом, помещаются нога и жабры. Края мантийных складок могут срастаться, образуя отверстия, служащие для введения в мантийную полость воды (вводной сифон) и выведения из нее воды и экскрементов (выводной сифон).

Наружный слой раковины, периостракум состоит из органического вещества — конхиолина. Под ним — призматический или фарфоровидный слой из углекислой извести. Внутренний слой — перламутровый — известковые листочки с прослойками конхиолина. Если между мантией и створкой раковины попадает инородное тело, она обволакивается слоями перламутра и образуется жемчужина.

Для захлопывания раковины служат замыкательные мышцы. Раковина открывается за счет упругости лигамента

(связки). На внутренней поверхности у спинного края раковины есть зубцы и углубления. При закрытой раковине зубцы одной створки входят в углубления другой, образуя замок.

Кровеносная система. Сердце находится на спинной стороне тела в окологердечной сумке. От сердца начинаются передняя и задняя аорты. От передней аорты отходят артерии к внутренностям, ноге и передней части мантии. Задняя аорта распадается на две задние мантийные артерии. Из артерий кровь через систему лакун и сосудов проходит через жабры и возвращается в сердце.

Пищеварительная система. Рот ведет прямо в короткий пищевод, затем следует мешковидный желудок. По бокам желудка находится парная печень, протоки которой впадают в желудок. Средняя кишка изгибается несколько раз и переходит в заднюю кишку, заканчиваясь порошицей на заднем конце тела.

Нервная система состоит из 3 пар ганглиев: цереброплевральные, образованные в результате слияния церебральных и плевральных ганглиев, педальные и висцеропариетальные.

Органы чувств. Органы равновесия —статоцисты — находятся в ноге. У основания жабр находятся органы химического чувства — осфрадии. Простые глаза могут быть по краю мантии или на сифонах.

Органы дыхания — жабры. Их тонкая и обширная дыхательная поверхность представляет собой выпячивание, пронизанное кровеносными сосудами. Кислород транспортируется от жабр к тканям с помощью гемолимфы. Приносящий кровеносный сосуд несет лишенную кислородом кровь, а выносящий жаберный сосуд — обогащенную кислородом кровь и несет ее к сердцу.

Выделительная система состоит из пары почек, находящихся в задней половине тела. Это два трубчатых V-образных мешка с отверстиями на концах, открывающимися в перикардий и мантийную полость.

Половая система. В большинстве случаев — раздельнополые. Оплодотворение наружное. Развитие непрямоe. Личинки — глохидии.

2. Классификация Двустворчатых

Отряд Первичножаберные Protobranchia — наиболее примитивные двустворчатые. Мелкие обитатели преимущественно северных морей. *Jordia*, *Nucula*.

Отряд Нитежаберные Filibranchia. Ноев ковчег *Arca noea*, мидия *Mytilus*, гребешок *Pecten*, устрица *Ostrea*, морская жемчужница *Pinctata margaritifera*, морские финики *Lithophaga* — сверлящие ходы в известковых породах.

Отряд Настоящие пластинчатожаберные Eulamellibranchia. Большинство пластинчатожаберных: пресноводные жемчужница *Margaritifera*, перловицы *Unio*, беззубки *Anodonta*, дрейссены *Dreissena* и многие морские виды — сердцевидка *Cardium*, корабельный червь или шашень *Teredo*, камнеточец *Pholas*.

Тип Моллюски. Класс Головоногие *Cephalopoda*. Филогения моллюсков

План:

- 1) Общая характеристика Головоногих;
- 2) Классификация Головоногих;
- 3) Филогения моллюсков.

1. Общая характеристика Головоногих

Класс включает около 700 видов. Головоногие — исключительно морские обитатели.

На переднем конце головы находится рот, окруженный щупальцами. На внутренней поверхности щупалец есть присоски. По бокам головы лежит пара крупных глаз. Туловище одето мантией со всех сторон. На брюшной стороне туловища помещается мускулистая коническая трубка, воронка. Сокращения мантии и выталкивание воды из воронки служат для плавания по принципу действия реактивного двигателя. Подвижность воронки дает возможность быстро изменять направление перемещения. Раковина в большинстве случаев рудиментарна, но у современных наутилусов (жемчужных корабликов) и вымерших аммонитов хорошо развита многокамерная наружная раковина.

Пищеварительная система. Рот ведет в сильно развитую мускулистую глотку. Главное значение в захвате и размельчении пищи имеют верхняя и нижняя роговые челюсти, образующие клюв. В глотку находится язык с радулой; в нее впадают протоки одной или двух пар слюнных желез; их секрет расщепляет полисахариды и белки. Пищевод образует расширение — зоб. В желудок впадают протоки пищеварительной железы печени, вырабатывающей пищеварительные ферменты. Протоки печени содержат мелкие железки — так называемую поджелудочную железу, секрет которой расщепляет полисахариды. От желудка отходит средняя кишка, переходящая в заднюю. В заднюю кишку открывается проток чернильной железы. Анальное отверстие открывается в мантийную полость.

Органы дыхания. Жабры в виде ктенидиев — стволы с двумя рядами лепестков.

Кровеносная система. Сердце состоит из одного желудочка, и 2 или 4 предсердий. От переднего и заднего концов желудочка отходят головная и внутренностная аорты. Артерии разбиваются на сеть капилляров, от которых берут начало капилляры вен. Только в некоторых местах между ними остаются незамкнутые пространства (лакуны). Таким образом, кровеносная система почти замкнутая. По приносящим жаберным сосудам венозная кровь поступает в жабры. По уносящим сосудам кровь попадает в предсердия.

Выделительная система. Есть четыре или две почки. Внутренние концы почки открываются в перикардиальный отдел целома, наружные отверстия — по бокам порошицы.

Нервная система. Крупные ганглии образуют окологлоточную нервную массу. На срезах различимы парный церебральный и большой висцеральный ганглии, представляющие собой, соответственно, чувствительный и двигательный центры. Скелетные элементы из хрящевой ткани окружают надобие черепа мозг и органы равновесия и формируют глазные впадины.

Каждый из пары педальных ганглиев делится на два нервных узла. От заднего отдела ганглиозной массы отходят крупные нервы, образующие нервные узлы на своем пути. Гигантские нейроны, идущие к сильно развитой мантийной мускулатуре, используются в нейрофизиологических экспериментах.

Органы чувств. Пара сложных камерных глаз, способных к аккомодации. Аккомодация — способность глаза ясно видеть предметы, находящиеся на разных расстояниях. Осминоги различают геометрические фигуры. Органы обоняния находятся у основания жабр (осфрадии) или под глазами. Щупальца служат органами вкуса и осязания. Парастатоцистов лежит внутри хрящевой головной капсулы. Органы свечения — в коже.

Половая система. Половая железа — семенник или яичник — непарная и залегает в задней части туловища. Половые клетки выводятся из целома через половые протоки. У самца семяпровод переходит в широкий сперматофорный мешок,

открывающийся сбоку от порошицы половым отверстием. Иногда имеется копулятивный орган (пенис). У самца аргоната есть половое щупальце со сперматофорами, которое отрывается от хозяина и остается в мантийной полости самки. Женские протоки состоят из пары или одного короткого яйцевода с впадающей в него яйцеводной железой.

2. Классификация Головоногих

Подкласс Четырехжаберные Tetrabranchiata

Самые древние и примитивные формы с четырьмя жабрами, четырьмя предсердиями, четырьмя почками и наружной многокамерной раковиной.

Надотряд Наутилоидеи Nautiloidea. Один род Кораблик *Nautilus*.

Надотряд Аммониты Ammonoidea. Вымершая группа.

Подкласс Двужаберные Dibranchiata

Отряд Десятиногие Decapoda. Каракатицы (сепии), кальмар, белемниты.

Отряд Восьминогие Octopoda. Аргонавт, осьминоги.

3. Филогения моллюсков

Существуют две основные гипотезы происхождения моллюсков: 1) от предков, близких к кольчатым червям; 2) от предшественников, родственных плоским червям.

Первичные моллюски могли быть билатерально-симметричными животными с невысоким туловищем, мускулистой ногой, слабо обособленной головой и примитивной слабо выпуклой раковиной. Они могли быть неметамерными.

У моллюсков прослеживаются две линии эволюционного развития с образованием боконервных Amphineura без цельной раковины с панцирем из отдельных пластин и с шиповидной кутикулой Aplousophora и Loricata и раковинные Conchifera.

Экологическая радиация происходила от исходно водных, ползающих по дну (эпибентобионты) с образованием нектонных свободноплавающих, роющих, прикрепленных, планктонных и ползающих наземных.

Тип Членистоногие Arthropoda.

Общая характеристика и классификация

План:

- 1) Общая характеристика Членистоногих;
- 2) Классификация Членистоногих.

1. Общая характеристика Членистоногих

Этот тип насчитывает до 1 млн видов. Членистоногие очень близки кольчатым червям. Ж. Кювье объединял эти группы в один тип Членистые Articulata.

Гетерономная сегментация. Группы сегментов отличаются по строению и функциям и обособлены в отделы тела или тагмы. Обычно есть 3 отдела: голова со ртом и органами чувств, грудь, выполняющая локомоторную функцию, и брюшко, в котором расположена большая часть внутренних органов. Число сегментов туловища — от трех до нескольких десятков.

Конечности подвижно соединены с туловищем; они состоят из члеников. Видоизменения конечностей: усики, челюсти, половые придатки, органы дыхания.

Тело покрыто хитиновой кутикулой (полисахариды, белки и др.) Она эластична, прочна, служит защитой и наружным скелетом. Твердые пластинки — склериты и мягкие — сочленовные мембраны. Каждый сегмент обычно покрыт 4 пластинками: тергит (спинная пластинка), стернит (брюшная пластинка) и 2 боковые. К внутренним утолщениям кутикулы прикреплены мышцы. Наружный скелет препятствует росту тела животного. Поэтому рост сопровождается линькой.

Мускулатура — сложная система мышечных пучков (мышц). Мышцы не образуют единого кожно-мускульного мешка. Скелетная мускулатура поперечнополосатая (у кольчатых червей — гладкая).

Полость тела смешанного происхождения. Она образуется за счет слияния целома с первичной полостью. Полостная жидкость — гемолимфа, отсюда и полость зачастую называют — гемоцель. Истинный целом невелик и занят, главным образом, органами размножения.

Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишок. Передний и задний отделы эктодермального происхождения и выстланы кутикулой. С кишкой связаны пищеварительные железы.

Кровеносная система незамкнутая. Центральный пульсирующий орган — сердце. Кровь поступает в него через боковые отверстия — ости. Есть аорта, артерии, открытые пространства. Часть пути гемолимфа проходит по сосудам, часть — по этим пространствам. Состав гемолимфы частично соответствует крови кольчатых червей, частично — полостной жидкости.

Органы дыхания — жабры, легкие, трахеи. У мелких членистоногих дыхание кожное.

Центральная нервная система: парный головной мозг из 3 отделов, окологлоточные коннективы и брюшная нервная цепочка. Нейросекреторные клетки.

Органы чувств обеспечивают зрение, осязание, химическое чувство, слух, чувство равновесия.

Органы выделения: видоизмененные целопродукты коксальные железы. Мальпигиевы сосуды.

Размножение только половое. Как правило, раздельнополю. Часто самцы и самки внешне хорошо различимы.

2. Классификация Членистоногих

Подтип Жабродышащие Branchiata: класс Ракообразные Crustacea.

Подтип Трахейнодышащие Tracheata: надкласс Многоножки Mugiарода, надкласс Насекомые Insecta.

Подтип Трилобитообразные Trilobitomorpha: класс Трилобиты Trilobita.

Подтип Хелицеровые Chelicerata: класс Мечехвосты Xiphosura, класс Ракоскорпионы или Гигантские щитни Gigantostrea, класс Паукообразные Arachnida.

Подтип Жабродышащие Branchiata. Класс Ракообразные Crustacea

План:

- 1) Общая характеристика Ракообразных;
- 2) Классификация Ракообразных;
- 3) Филогения Ракообразных.

1. Общая характеристика Ракообразных

Ракообразные — единственный класс подтипа Жабродышащие. Это первичноводные членистоногие или животные, происходящие от предков с водным образом жизни. У них две пары усиков и 3 пары челюстей. Дыхание с помощью жабр.

Около 40 тыс. видов. Обитатели водной среды. На дне, планктонные формы. Главным образом, активно ползающие или плавающие животные. Есть неподвижные, прикрепленные формы, сухопутные, паразитические. Размеры от менее 1 мм до 1,5–2 м (крабы).

Пища ракообразных — одноклеточные водоросли, мелкие органические остатки. Есть среди них хищники и трупоеды. Они играют заметную роль в биологической очистке вод. Являются промежуточными хозяевами паразитических червей.

Тело обычно покрыто хитиновым панцирем. Он отсутствует или слабо выражен только у паразитических и сидячих, прикрепленных видов. Панцирь защищает животное, но препятствует его росту. Поэтому происходит линька.

Для ракообразных не существует понятия «типичный план строения». Разделение тела на отделы и число сегментов, составляющих каждый отдел, чрезвычайно разнообразны.

Отдельные сегменты частично срастаются друг с другом. Каждый из них снабжен парой конечностей, нередко редуцированных или отсутствующих. Сегменты тела группируются в голову, грудь и брюшко.

Голова представляет результат слияния головной лопасти и 4 следующих за нею сегментов и снабжена 5 парами придатков: передними и задними антеннами, жвалами (мандибулами) и двумя парами челюстей или максилл.

Обе пары антенн усеяны щетинками и являются органами чувств: химического чувства и осязания. Жвалы размельчают пищу, челюсти фильтруют пищевые частицы и подают их ко рту. На голове помещаются глаза.

Задний край головы многих ракообразных снабжен покрытой хитином складкой, охватывающей сверху и с боков весь грудной отдел тела или его переднюю часть. Это головной щит или карапакс. Он служит для защиты и определяет направление токов воды, необходимых для питания и дыхания. У высших раков головной щит срастается с сегментами груди.

Грудной и брюшной отделы тела у разных ракообразных состоят из разного числа сегментов. Один или два передних сегмента могут срастаться с головой и их конечности преобразуются в ногочелюсти, принимающие участие в захвате пищи (подкласс челюстеногие).

У наиболее примитивных ракообразных грудные ножки выполняют функции движения (весла), дыхания (жабры) и подачи пищи ко рту (создавая ток воды). На внутреннем и наружном краях каждой ножки по несколько лопастей. У более высокоорганизованных ракообразных есть разделение функций между разными конечностями. Брюшные конечности есть только у высших раков.

Органы дыхания. Как все настоящие водные животные, ракообразные дышат жабрами, через тонкие стенки которых растворенный в воде кислород проникает в кровь. Даже у сухопутных ракообразных — мокриц — есть жабры, использующие кислород смачивающего их тонкого слоя влаги. Обычно жабрами служат выросты грудных ног, но у некоторых ракообразных в жабры превращены грудные конечности или жабр нет и дыхание совершается всей поверхностью тела.

Кровеносная система. Кровь приводится в движение биением сердца, находящимся возле жабр. У ракообразных с жабрами на брюшном отделе, сердце находится сзади, у остальных оно расположено в грудном отделе. Обычно в сердце 3 пары остий.

В крови часто растворены дыхательные пигменты: красный гемоглобин и синий гемоцианин, в котором железо заменено медью.

Органы пищеварения. Ракообразные питаются разнообразной пищей. Они фильтруют имеющуюся в воде взвесь, включающую и мелкие организмы — бактерии, одноклеточные водоросли; другие своими жвалами откусывают куски мертвых и живых животных или растений. Пища перетирается жвалами и попадает в рот, а оттуда — в пищевод. Задняя часть пищевода у большинства ракообразных преобразована в желудок, в котором иногда есть хитиновые зубы, завершающие измельчение пищи.

Органами выделения служат железы, открывающиеся наружу либо при основании задних максилл или при основании задних антенн. Эти железы соответствуют метанефридиям кольчатых червей. «Антеннальная почка» речного рака: целомический мешок, зеленый канал, прозрачный канал, белый канал, выделительная пора, мочевой пузырь.

Нервная система. Парные надглоточные ганглии (головной мозг) из 23 отделов, окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка. У примитивных (жаброногих раков) нервная система лестничного типа. У речного рака 12 нервных узлов. У циклопов и крабов все гениталии брюшной цепочки сливаются в один нервный узел.

В состав ганглиев входят также нейросекреторные клетки. Гормоны поступают в гемолимфу; они влияют на обмен веществ, линьку и развитие.

Органы чувств. Обычно есть пара сложных глаз. Они сидят на стебельках или на поверхности головы. У некоторых ракообразных (например, ветвистоусых) сложные глаза сливаются в один непарный глаз. У личинки ракообразных — науплиуса — сложные глаза не развиты, но есть один непарный простой глаз. У многих ракообразных этот глаз сохраняется и у взрослых, а у веслоногих может быть единственным светочувствительным органом всю жизнь.

Органы осязания и химического чувства — волоски на антеннах и антеннулах. Органы равновесия —статоцисты. Статоцист — это камера, высланная тонкой кутикулой с чувствительными волосками. В камере находятсястатоциты — песчинки, попадающие встатоцист через отверстие.

Статолиты раздражают волоски и в мозг поступает информация о положении тела животного.

Почти все ракообразные раздельнополы, только некоторые — гермафродиты. Обычно самцы внешне хорошо отличаются от самок. У одних ракообразных самцы крупнее, у других мельче самок. Часто у самцов есть приспособления для удержания самок во время спаривания. Самец прикрепляет возле половых отверстий самки сперматофор (кучку сперматозоидов в оболочке). Когда самка начинает откладывать яйца, вместе с ними выделяется вещество, растворяющее оболочку сперматофора; происходит оплодотворение яиц. В других случаях сперма вводится при помощи специальных копулятивных органов непосредственно в половые пути самки. Яйца представителей подкласса жаброногих могут развиваться партеногенетически, то есть без оплодотворения. Есть виды, состоящие из одних самок.

Иногда яйца бывают отложены прямо в воду. Обычно самка носит их на себе в специальной выводковой камере или прикрепляет к поверхности тела или к конечностям. Личинки ракообразных часто непохожи на взрослых и нередко ведут совсем другой образ жизни. Так, например, личинки многих донных ракообразных плавают в толще воды. Характерная для многих ракообразных личинка — науплиус. Тело науплиуса внешне не сегментировано. Есть три пары конечностей: передние и задние антенны и жвалы (мандибулы). У некоторых ракообразных науплиус выходит из яйца и приступает к самостоятельному существованию, у других эта стадия формируется внутри яйцевой оболочки и личинка покидает яйцо, достигнув более поздней стадии развития.

У некоторых высших раков науплиус развивается в мета-науплиус, а затем появляется особая личиночная стадия — зоеа. Бывает еще и другая стадия — мизиды.

Есть ракообразные с прямым развитием (например, речной рак), у которых все личиночные стадии проходят в яйце, а из него рождается уже сформировавшийся маленький рачок. Его рост сопровождается линьками.

2. Классификация Ракообразных

Подкласс Жаброногие Branchiopoda

Всегда есть четкое разделение на голову, грудь и брюшко. Грудные ножки служат для дыхания и направления пищи ко рту. На голове находятся Сложные глаза и непарный науплиусов глазок. На конце брюшка есть вилочка.

Отряд Жаброноги Anostraca. Около 180 видов. Длинное тело без головного щита. Первичная голова (протоцефалон) и свободные челюстные сегменты. Науплиальный и фасетированный глаза. Грудь из 11–19 сегментов, с соответствующим числом двуветвистых ножек. Брюшко из 8 члеников без конечностей. Брюшная нервная лестница. Сердце длинное, с остиями. Яйца поступают в яйцевой мешок, потом в воду. Развитие с метаморфозом. *Artemia*. Жаброноги.

Отряд Листоногие Phyllopora. Слитная голова и развитый мощный карапакс. Листовидные конечности для плавания, дыхания, направления пищи ко рту. Науплиальный и фасетированный глаза.

Подотряд Щитни Notostraca. Карапакс в виде плоского щита. До 40 грудных сегментов. Общее число грудных ножек до 70 пар. Партогенез. Мелкие пресные водоемы.

Подотряд Раковинные листоногие Conchostraca. 150 видов. Карапакс в виде обызвествленной двустворчатой раковины. Грудь из 10–32 сегментов с двуветвистыми конечностями. Мелкие пресные водоемы. Половое размножение и партеногенез. Самка вынашивает яйца между спиной и раковинной.

Подотряд Ветвистоусые раки или Водяные блохи Cladocera. Гетерогония — чередование партеногенетического и полового поколений. Цикломорфоз: сезонная модификационная изменчивость партеногенетических поколений. Самки весеннего и осеннего поколений мельче самок летнего поколений. *Daphnia*.

Подкласс Цефалокариды Cephalocarida

Слитная голова, грудь из 10 сегментов, безногое брюшко из 10 члеников. Обитатели морского ила.

Подкласс Челюстеногие Maxillopoda

Голова сливается с первым грудным сегментом, образуя головогрудь. Грудной отдел обычно из шести сегментов. Грудные ножки не несут дыхательной функции. Они служат только для плавания. Первая пара ногочелюстей выполняет функцию максилл. Две другие пары ногочелюстей — плавательные. Брюшных ножек нет.

Отряд Веслоногие *Copepoda*. Головогрудь образована при слиянии головы с одним грудным сегментом. На головогрудии науплиусов глаз и 6 пар конечностей: антеннулы, антенны, мандибулы, 2 пары максилл, ногочелюсти. Дыхание всей поверхностью тела. Кровеносной системы нет. Размножение половое. Развитие с метаморфозом. *Cyclops*.

Отряд Карпоеды *Branchiura*. Эктопаразиты рыб.

Отряд Усоногие *Cirripedia*. Прикрепленный образ жизни. Известковый панцирь. Развитие с метаморфозом. Большинство — гермафродиты. Морской желудь *Balanus*, морские утки *Lepas*.

Отряд Мешкогрудые Ascothoracida

Паразиты коралловых полипов и иглокожих.

Подкласс Ракушковые раки *Ostracoda*. Двустворчатая раковина, утрачена сегментация тела. Две пары ходильных ног. Дыхание кожное. Около 2 тыс. видов.

Подкласс Высшие раки Malacostraca

Головной щит срастается с сегментами груди. Число сегментов постоянное. Есть брюшные ножки. Личинка — зоеа или прямое развитие. Около 23 тыс. видов.

Отряд Тонкопанцирные *Leptostraca*.

Отряд Ротоногие *Stomatopoda*. Рак-богомол *Squilla*.

Отряд Мизиды *Mysidacea*.

Отряд Кумовые *Cumacea*.

Отряд Равноногие *Isopoda*. Тело сплющено в дорзовентральном направлении. Голова слита с грудными сегментами. На голове сидячие фасеточные глаза. Карапакс отсутствует. Грудные ноги ходильные. Брюшные ножки выполняют

дыхательную функцию. Развитие с метаморфозом. Обитатели морей, пресных водоемов и влажных мест на суше. Представитель сухопутных равноногих — мокрица *Porcellio*.

Отряд Разноногие, или Бокоплавцы Amphipoda. На голове находятся фасеточные глаза. Грудной отдел сегментированный, без карапакса. Первые две пары ног свободных грудных сегментов — хватательные, следующие пять пар — для ползания и лазанья. Семь пар грудных ног несут жабры.

Отряд Десятиногие раки Decapoda. К подотряду Плавающих раков *Natantia* относятся креветки. Подотряд Ползающие раки *Reptantia* включает лангустов *Palinurus*, крабов, омаров *Homarus* и речных раков *Astacus*, отшельников или крабоидов (рак-отшельник, камчатский краб).

3. Филогения Ракообразных

Ракообразные — древняя группа членистоногих. Уже в кембрийских отложениях встречаются представители современных отрядов. У каждого подкласса — собственная линия развития от общих предков. Независимо и параллельно в разных филогенетических ветвях происходила олигомеризация сегментов. Подкласс высшие раки не состоит в близком родстве с другими подклассами, будучи в некоторых отношениях примитивнее остальных ракообразных.

Подтип Хелицеровые *Chelicerata*

План:

- 1) Общая характеристика Хелицеровых;
- 2) Классификация;
- 3) Класс Паукообразные.

1. Общая характеристика Хелицеровых

Хелицеровые (греч. *chele* — клешня, *cerata* — рога). Подтип включает около 60 тыс. видов преимущественно наземных членистоногих. Тело состоит из головогруды и брюшка. Первая пара головогрудных конечностей превращена в хелицеры, служащие для размельчения, раздавливания или прокусывания добычи. Вторая пара — педипальпы — несет чувствительную и, нередко, хватательную функцию. У некоторых (скорпионы) — это длинные клешни. Ходильных ног — 4 пары. У водных хелицеровых на брюшных сегментах есть жаберные ножки. У некоторых сухопутных форм это половые придатки и органы дыхания (легкие) или паутинные бородавки.

2. Классификация

Класс Мечехвосты *Xiphosura*. В тропических широтах на мелководьях Атлантического океана у берегов Северной Америки и у берегов Юго-Восточной Азии (Тихий океан) обитают 5 видов. В палеозойскую эру были распространены намного шире, были многочисленны и разнообразны. Длина до 90 см. Крупные животные с щитовидной грудью и тяжелым панцирем. Это роющие хищники — потребители малоподвижных беспозвоночных: моллюсков, кольчатых червей. Глаза и усики развиты плохо; зато существенно развитие конечностей, служащих для схватывания и пережевывания добычи.

Класс Ракоскорпионы (Гигантские щитни) *Euripterida*. Вымерший класс. Около 200 видов. Водные животные палеозоя. До 1,8 м длиной.

Класс Морские пауки *Rantopoda*. Полупаразитический образ жизни на гидроидных и коралловых полипах. Около 1 тыс. видов.

3. Класс Паукообразные

Около 60 тыс. видов наземных хелицерных.

Отряды: Скорпионы *Scorpiones*, Жгутоногие *Pedipalpi*, Ложноскорпионы *Pseudoscorpiones*, Сольпуги *Solifugae*, Сенокосцы *Opilliones*, Пауки *Aranei*, Клещи *Acarina*.

Тело состоит из головогруды и брюшка. Усиков нет, глаза простые. Конечности головогруды служат для захвата пищи и передвижения; конечности брюшка видоизменены, выполняют дыхательную и др. специальные функции и значительно атрофированы. Обычно все 6 передних сегментов слиты и покрыты головогрудным щитом. У пауков и клещей сегменты брюшка слиты. У некоторых клещей все тело цельное, без границ между сегментами и перетяжек. Хелицеры и педипальпы служат для схватывания и измельчения пищи.

Хелицеры расположены впереди рта. Это придатки с заостренным и зазубренным краем, которым животные прокалывают покровы животных.

Конечности второй пары, педипальпы, состоят из нескольких члеников. У скорпионов и ложноскорпионов педипальпы превращены в мощные длинные клешни.

Покровы состоят из кутикулы и прилежащих слоев: гиподермального эпителия или гиподермы (выделения образуют кутикулу) и базальной мембраны. Производные кожи — ядовитые и паутинные железы.

Пищеварительная система. Глотка представляет собой насос. В переднюю кишку открывается протоки пары небольших «слюнных» желез. У паукообразных нет жевательных органов (мандибул) — хелицеры служат для схватывания добычи. Поскольку рот очень узкий, жертва должна перевариваться снаружи, а уже потом всасываться с помощью особо устроенной передней кишки. Пауки прокалывают жертву хелицерами, вводят внутрь яд и секрет слюнных желез и печени. Печень — пищеварительная железа, выделяющая ферменты. В клетках печени происходит внутриклеточное пищеварение (фагоцитоз).

Кровеносная система. Сердце скорпионов — длинная трубка с 7 парами щелевидных остий, у пауков их 4 пары, у сенокосцев — 1–2 пары. У клещей это мешочек с 1 парой остий

или сердце отсутствует. Есть передняя и задняя аорты, у некоторых паукообразных — боковые артерии. Часть пути кровь проходит по полости тела, снабженной лакунами.

Нервная система и органы чувств. Вместе с концентрацией сегментов тела у паукообразных происходит консолидация внутренних органов. Брюшная нервная цепочка у скорпионов типичного строения. У пауков она сливается в единственный брюшной ганглий. Органы химического чувства — лировидные органы на дне щелей кутикулы в мягкой мембране и орган Галлера — на лапках. Органы зрения — простые глазки на груди.

Половая система. Половое отверстие у паукообразных (как и у всех хелицеровых) — на вентральной стороне второго сегмента задней части тела. Положение в середине тела затрудняет внутреннее оплодотворение. Поэтому у самцов одних паукообразных (сенокосцы) — длинный совокупительный орган, другие откладывают сперматофоры или переносят сперму с помощью педипальп.

Выделительные органы. Коксальные железы находятся в одном или двух сегментах передней части тела. Экскреторную функцию выполняют также мальпигиевы сосуды.

Органы дыхания. Легкие и трахеи, образованные эктодермальными впячиваниями — находятся в сегментах задней части тела.

Отряд *Scorpiones* — около 600 видов. Клешневидные педипальпы. Длинное сегментированное брюшко, гибкое тонкое заднебрюшие с тельсоном. Внутри тельсона — пара ядовитых желез. Хищники.

Отряд *Pedipalpi* — 70 видов. Первая пара конечностей — длинные чувствующие придатки. Тропические ночные хищники.

Отряд *Pseudoscorpiones* — 1,3 тыс. видов. Слитная головогрудь и 11-члениковое брюшко. Хищники.

Отряд *Solifugae* — около 600 видов. Голова и два членика груди. Брюшко из 10 члеников. Хищники.

Отряд *Opilliones* — 2,5 тыс. видов. От пауков отличаются отсутствием перетяжки между головогрудью и брюшком и разделением брюшка на 10 члеников. Хищники.

Отряд Aranei — 27 тыс. видов. Слитные головогрудь и брюшко. Хелицеры крючковидные с протоками ядовитых желез. Педипальпы короткие. Четыре пары ходильных ног. Органы дыхания — легкие или трахеи. Представители: каракурт, тарантул.

Отряд Acariformes, 15 тыс. видов: орибатида, амбарные (тироглифоидные), перьевые, чесоточные, галлообразующие паутинные, клещикраснотелки (личинки — паразиты, нимфы и взрослые — хищники).

Отряд Parasitiformes 10 тыс. видов: Гамазоидные (надсем. Gamasoidea), Иксодоидные (надсем. Ixodoidea). Природные очаги болезней человека.

Подтип Трахейные Tracheata.

Надкласс Многоножки Myriapoda

План:

- 1) Общая характеристика Трахейных;
- 2) Надкласс Многоножки Myriapoda.

1. Общая характеристика Трахейных

В подавляющем большинстве — сухопутные животные. Многоножки и насекомые.

1. Органы воздушного дыхания — трахеи.

2. Покровы — непроницаемая кутикула. С нею связано появление трахей.

3. Тело состоит из головы и сегментированного туловища (многоножки) или из головы, груди и брюшка (насекомые). Конечности одноветвистые. У многоножек ходильные ноги на большинстве сегментов, у насекомых — на грудных сегментах.

4. На голове 1 пара усиков и 2–3 пары челюстей.

5. Органы выделения — мальпигиевы сосуды. Влага экскретов, поступающих из мальпигиевых сосудов, всасывается в стенку задней кишки и снова поступает в организм и участвует в метаболизме.

6. Имеется жировое тело — ткань с запасом питательных веществ и метаболической влаги.

7. Оплодотворение внутреннее или наружно-внутреннее.

2. Надкласс Многоножки Myriapoda

Около 15 тыс. видов исключительно наземных членистоногих.

Наружное строение. Червеобразное тело подразделяется на голову и туловище из 14–181 сегментов. Голова несет усики (органы осязания и химического чувства) и ротовые части: верхние и нижние челюсти.

Гомономная сегментация туловища часто нарушается. При слиянии сегментов каждый несет не по 1, а по 2 пары конечностей.

У некоторых (губоногих) многоножек конечности первого туловищного сегмента превращены в ногочелюсти. В их основании — ядовитая железа. В кутикуле есть защитные железы.

Пищеварительная система из 3 отделов. В ротовую полость открывается 3–5 пар слюнных желез. Многоножки растительноядные или хищники.

Выделительная система. Мальпигиевы сосуды: 1–2 пары. Жировое тело в виде неправильных клеточных тяжей с собственной тонкой оболочкой. Оно служит для накопления и выделения (образование мочевой кислоты).

Нервная система. Головной мозг, окологлоточные коннективы и брюшная нервная цепочка. Функции ганглиев дифференцированы. Головной мозг из двух отделов. От него отходят нервы к антеннам и глазам. Подглоточный ганглий иннервирует ротовой аппарат.

Органы чувств. Органы зрения — просто устроенные глазки. На антеннах и в ямках на голове находятся хеморецепторы.

Органы дыхания. Трахеи. Число стигм не всегда соответствует числу сегментов. При небольшом числе стигм трахеи сильно ветвятся. Циркуляция воздуха происходит под действием скелетной мускулатуры.

Кровеносная система. Сердце — это брюшной продольный сосуд. Соответственно сегментам туловища, оно разделено на камеры. В каждой камере по паре остий.

Половая система. Семенники, яичники, придаточные железы и протоки. Половое отверстие парное или непарное на одном из туловищных сегментов. Оплодотворение внутреннее или наружно-внутреннее. У симфил самка челюстями захватывает сперматофор, оставленный самцом в почвенных ходах, и сперма сохраняется в резервуарах на внутренней поверхности челюстей. Самка берет челюстями выходящее из полового отверстия яйцо с помощью челюстей, и оплодотворение происходит из челюстных резервуаров. В данном случае они служат семяприемниками.

Развитие. Прямое развитие или анаморфоз. Анаморфоз — развитие, при котором личинки содержат неполное число сегментов. Это число увеличивается с каждой линькой.

Образ жизни. Обитают в почве, разрушающейся древесине, лесной подстилке, среди камней.

Классификация:

Класс Симфилы Symphyla

Около 200 видов. Мелкие, не более 7–8 мм. Растительноядные. Усики простые. Три пары ротовых частей. Бесглазые. Одна пара дыхалец находится на голове. Передний туловищный сегмент без конечностей. У взрослых 12 пар ног. Туловище из 15–22 сегментов. *Scolopendrella immaculata*.

Класс Пауроподы Pauropoda

Около 800 видов. Очень мелкие (1–2 мм) с 9 парами ног. Концы усиков разделены на 3 части. Две пары ротовых придатков. Тело из 11 сегментов. Последние головной (шейный) и туловищный сегменты без конечностей. Сердца нет, трахеи обычно отсутствуют.

Класс Двупарноногие, или Кивсяки Diplopoda

Тело обычно цилиндрическое, усики простые, короткие, из 8–9 члеников. Две пары ротовых придатков. Последние головной (шейный) и 1–3 туловищных сегментов без конечностей. На 1–3 первых сегментах туловища по одной паре конечностей, на остальных — по 2. Отряды: Juliformia, Polydesmida, Oniscomorpha.

Класс Губоногие Chilopoda

Тело, как правило, уплощено. Хищники, с простыми усиками и 3 парами ротовых придатков. Первая пара туловищных конечностей — крючковидные острые ядовитые ногочелюсти. Туловищные сегменты с одной парой ножек (геофилы, костянки, мухоловки, сколопендры). У взрослых от 15 до 109 пар ног. Отряды: Geophylomorpha, Lithobiomorpha, Scolopendromorpha.

Надкласс Насекомые Insecta.

Общая характеристика.

Наружное строение

План:

- 1) Общая характеристика насекомых;
- 2) Наружное строение.

1. Общая характеристика насекомых

Все представители подтипа трахейнодышащих с 3 парами ног. Тело подразделяется на голову, грудь и брюшко. Главным образом, обитатели наземно-воздушной среды. Многим представителям присуща способность к полету. Около 1 млн видов.

Согласно другой классификации, надкласс шестиногие разделен на два класса: Скрыточелюстные Entognatha и Открыточелюстные Ectognatha.

Наиболее известные и крупные отряды: Стрекозы Odonata, Таракановые Blattodea, Термиты Isoptera, Прямокрылые Orthoptera, Клещи Hemiptera, Жуки Coleoptera, Чешуекрылые Lepidoptera, Перепончатокрылые Hymenoptera, Двукрылые Diptera.

2. Наружное строение

Наружный покров представлен сложной кутикулой. Кутикула построена в основном из органических веществ. Это хитин, белки, липиды и фенолы. Хитин — высокомолекулярный полисахарид. Мономер хитина — ацетилглюкозамин.

Кутикула покрывает не только открытые участки тела, но и выстилает передний и задний отделы кишечника, ближайшие к дыхальцам участки трахей.

У наземных насекомых в кутикуле различают прилегающий к живым клеткам внутренний слой — эндокутикулу. Это очень эластичный слой; он составляет основную часть толщи кутикулы. Следующий слой — механически прочная

экзокутикула. Наружный слой — эпикутикула — содержит много жироподобных и воскоподобных веществ. Ее толщина обычно менее 1 мкм.

Кутикула особенно сильно выражена на сегментах; склеротизация — утолщение и уплотнение кутикулы. Между сегментами кутикула представляет собой нежную перепонку (межсегментную мембрану). У многих насекомых кутикула покрыта волосками — сенсиллами. Обычно к сенсиллам подходят нервные окончания. Сенсиллы — чувствительные органы.

Нередко тело и крылья покрыты чешуйками. Волоски и чешуйки определяют у многих насекомых окраску. Пигменты и структурная окраска.

Уплотненные толстые щитки на сегментах называются склеритами. Они сильнее развиты там, где требуется наибольшая защита от повреждений и там, где прикрепляются мышцы. Склериты туловища у насекомых расположены симметрично, но на спинной стороне правый и левый склериты часто сливаются, образуя единый щиток — тергит. Склериты по бокам тела называются плеуритами, а на брюшной стороне — стернитами.

Каждый из отделов тела выполняет определенную функцию.

Голова почти всегда сильно склеротизована, часто сильнее, чем другие отделы. Это связано с развитием мощной челюстной мускулатуры. Ротовой аппарат включает 4 основных придатка: верхнюю губу, верхние челюсти (жвалы, мандибулы), нижние челюсти (максиллы), нижнюю губу.

Глаза фасеточные или простые. Иногда простых глазков бывает много, и они выглядят как фасеточный глаз. Разница между ними в том, что у каждого простого глазка своя кутикулярная роговица, а у фасеточного глаза все глазки (омматидии) имеют общую роговицу.

Усики находятся в передней части головы. Строение антенн очень разнообразно, но, как правило, целые семейства или отряды характеризуются той или иной формой усиков. Обычно усики из большого числа члеников.

В грудном отделе сосредоточены основные органы передвижения — двигательные конечности (ноги), а у взрослых

высших насекомых — крылья. Грудных сегментов всегда 3. Каждый из них несет по паре ног, а у многих ко второму и третьему сегментам причленяются органы полета — крылья. У жуков передняя пара крыльев превращена в жесткие защитные надкрылья. В грудном отделе сосредоточена основная двигательная мускулатура насекомых. Если все пары ног развиты одинаково, конечности называют ходильными или бегательными. Бывают еще прыгательные, роющие, хватательные, плавательные конечности.

Брюшко — отдел, в котором сосредоточена основная масса внутренних органов: средняя и задняя кишка, жировое тело, органы размножения. Число сегментов, входящих в его состав, варьирует от 11 до 5–6. Брюшко обычно лишено конечностей, но нередко сохраняются их рудименты.

Анатомия насекомых

План:

- 1) Пищеварительная система;
- 2) Системы органов выделения и дыхания;
- 3) Кровеносная система;
- 4) Нервная система и органы чувств.

1. Пищеварительная система

Передняя кишка начинается ротовой полостью, в которую впадают слюнные железы. У растительных они выделяют ферменты, переводящие дисахариды в моносахариды (инвертазы). У хищников в слюне содержится фермент, расщепляющий белки на аминокислоты (протеаза). Трубоччатый пищевод в задней части нередко расширяется в зоб, особенно хорошо развитый у насекомых, питающихся жидкой пищей.

Средняя кишка является местом основного переваривания пищи. Железистые стенки среднего отдела кишечника (желудка) вырабатывают ферменты, расщепляющие и разжижающие вещества, содержащиеся в пище. Кроме ферментов, расщепляющих белки, жиры, крахмал и сахар, многие насекомые выделяют и другие энзимы. Это целлюлаза, разрушающая клетчатку (личинки жуков), кератиназа, действующая на роговые вещества (личинки кожеедов). Клетчатка может разрушаться с помощью симбиотических бактерий и простейших. Перитрофическая оболочка. В задней кишке происходит всасывание пищи и воды.

2. Системы органов выделения и дыхания

Система органов выделения. Мальпигиевы сосуды — тонкие трубчатые выросты кишечника на границе средней и задней кишки в количестве от 2 до 150. Растворимые продукты обмена поглощаются стенками мальпигиевых сосудов и по их просветам проходят в заднюю кишку.

Система органов дыхания. Трахеи образуют систему трубочек, открывающихся по бокам тела отверстиями — дыхальцами. Наибольшее число дыхалец — 10 пар. Кислород попадает

от дыхалец к клеткам тела путем диффузии пор просветам трахей и их тончайших веточек — трахеол. Наряду с трахейным, существует кожное дыхание — всей поверхностью тела.

3. Кровеносная система

Гемолимфа, циркулирующая в полости тела насекомых, бесцветная. Она состоит из жидкого межклеточного вещества — плазмы — и находящихся в ней клеток — гемоцитов. Среди них различают фагоциты, лейкоциты и амебоциты. В гемолимфе нет клеток, снабженных дыхательным пигментом. Она не имеет большого значения для снабжения тканей кислородом, а служит для транспортировки растворенных в ней питательных веществ, выноса из клеток продуктов обмена, для распределения в теле гормонов.

Трубчатый спинной сосуд — сердце. При растягивании стенок сосуда с помощью крыловидных мышц, гемолимфа через боковые отверстия — остии — попадает в сердце. При сокращении стенок сосуда клапаны в остиях закрываются, и гемолимфа выталкивается через аорту к головному мозгу. Движение крови по сердцу сзади наперед.

4. Нервная система и органы чувств

Нервная система. Головной мозг — надглоточные скопления нервных клеток — и брюшная нервная цепочка, состоящая из подглоточного узла и обычно 10 грудных и брюшных ганглиев, часть которых могут быть сближены и слиты. В головном мозге различают три части: «первичный мозг», связанный с органами зрения, «вторичный», связанный с усиками и «третичный», дающий ветви к верхней губе и передней части кишечника. В мозге развиты, в основном, ассоциативные клетки, к которым подходят нервы от органов чувств.

Основной структурный и рабочий элемент нервной системы — нейрон. Различают чувствительные, ассоциативные (вставочные) и двигательные. Они образуют трехнейронную рефлекторную нервную дугу. Может быть несколько ассоциативных нейронов (сложные формы реагирования).

Тела сенсорных нейронов расположены в органах чувств. Тела моторных нейронов расположены в ганглиях. Ассоциативные нейроны целиком находятся в ганглиях и коннективах. Общее число нейронов в пределах одного ганглия не превышает 1 тыс., а в пределах всей нервной системы измеряется несколькими миллионами.

Кроме нервной регуляции деятельности органов и систем у животных существует гуморальная или гормональная регуляция. Гомеостаз организма поддерживается координированной работой обеих систем, и говорят о нейрогуморальной регуляции жизненных процессов. Нервная система передает сигналы в виде нервных импульсов, а эндокринная использует для этого внутренние секреты, которые поступают в кровь или другую жидкость внутренней среды. Железы, выделяющие гормоны, называются эндокринными железами или железами внутренней секреции. Гормоны — это химические посредники, целенаправленно влияющие на отдаленные клетки определенных органов.

Практически во всех отделах центральной нервной системы насекомых (головной мозг, подглоточный ганглий, брюшная нервная цепочка) есть нейросекреторные клетки. Образующийся в них нейросекрет по аксонам попадает в железы внутренней секреции — прилежащие и кардиальные тела и переднегрудные (проторакальные) железы. Кардиальные и прилежащие тела находятся позади головного мозга. Переднегрудные железы находятся по бокам одного из ганглиев брюшной нервной цепочки. Нейросекреты регулируют деятельность этих желез. В свою очередь, эндокринные железы выделяют в гемолимфу гормоны, регулирующие созревание половых клеток, рост организма, линьки, развитие, обмен веществ.

Органы чувств. Рецепторы (лат. *receptor* — принимающий, от *recipio* — принимаю, получаю) — специальные чувствительные образования у животных и человека, воспринимающие и преобразующие раздражения из внешней и внутренней среды в специфическую активность нервной системы. У насекомых различают механорецепторы, хемо-, термо- и гигрорецепторы, фоторецепторы. Морфологической и функциональной основой

органов чувств насекомых являются сенсиллы, разбросанные по телу поодиночке или собранные в скопления.

Каждая сенсилла членистоногих снабжена кутикулярными вспомогательными структурами, видоизмененными эпидермальными клетками, обслуживающими рецептор, и сенсорными нейронами. В простейших сенсиллах есть 1 нейрон, но в некоторых типах сенсилл их бывает от нескольких до нескольких десятков. В зависимости от формы и расположения кутикулярных структур различают трихонидные, базиконические, целоконические, плакоидные, колоколовидные и др. типы сенсилл. Сходные по строению сенсиллы не всегда выполняют одинаковые функции. Например, трихонидные сенсиллы могут быть механорецепторами, контактными или дистантными хеморецепторами. Некоторые сенсиллы реагируют на разные стимулы (полимодалные образования). Наружное строение.

Фоторецепторы. Ведущими органами чувств у насекомых являются органы зрения. Глаза насекомых состоят из отдельных омматидиев (сложные глаза) или простых глазков. Насекомые различают цвета, форму предметов, лучше видят движущиеся объекты.

Хеморецепторы. Органы обоняния расположены, главным образом, на антеннах и лапках. Наряду с ними, на антеннах в некоторых случаях встречаются контактные хеморецепторы и гигрорецепторы. Ощупывая предметы усиками, насекомые непосредственно прикладывают чувствительные окончания к пахнущей поверхности. Благодаря этому острота его чувствительности сильно возрастает, в связи с точностью движения антенн насекомое получает возможность воспринимать размеры и форму пахнущей поверхности. В результате обоняние приобретает гораздо большее значение, чем у большинства животных.

Механорецепторы. Механические раздражители действуют на чувствительные органы в виде давления, растяжения, течения, вибрации, звука и передаются через вспомогательные аппараты механорецепторным клеткам.

Кроме механорецепторных сенсилл у членистоногих есть другой тип механорецепторов — сколопидии или сколопофоры.

Они погружены под кутикулу и состоят из двух чувствительных биполярных и двух обкладочных клеток, окружающих их дендриты.

Обычно сколопидии расположены группами в разных частях тела, образуя хордотональные органы. Они воспринимают натяжение кутикулы и сотрясение субстрата.

Подколенные (субгенуальные) органы в ногах — вибрационные рецепторы; джонстонов орган в антеннах — рецептор движения воздуха — служат для контроля скорости и направления полета.

Хордотональные органы — основа образования настоящих слуховых органов. Это тимпанальные органы, независимо возникшие в нескольких отрядах насекомых. Между двумя трахейными ветвями натянута трахейная мембрана, определяющая разницу давления звука, поступающего к обеим тимпанальным мембранам. У кузнечиков и сверчков они находятся на голених передней пары ног, у саранчовых — по бокам первого сегмента брюшка.

На суставах наружного скелета у насекомых кутикулярные сенсиллы могут образовывать щетинконосные поля — проприорецепторы. Они служат и для восприятия гравитации. Длинные щетинки могут служить звуковыми рецепторами.

Размножение и развитие насекомых

План:

- 1) Строение половых органов;
- 2) Оплодотворение;
- 3) Развитие.

1. Строение половых органов

Почти все насекомые раздельнополы. Только немногие гермафродиты. Половой диморфизм. Половая система самки состоит из пары половых желез (гонад) — яичников, пары яйцеводов, придаточных половых желез, семяприемника. Яичники — основная часть половой системы, состоящая из яйцевых трубок (овариол), число которых у разных насекомых насчитывается от 1–4 пар до 2400.

Половая система самца состоит из пары половых желез (гонад) — семенников, пары семяпроводов, непарного семяизвергательного канала, придаточных половых желез и мужского полового придатка — эдеагуса.

2. Оплодотворение

У тех низших насекомых Apterigota, которые сохранили связь с влажной средой обитания и живут в почве или гнилой древесине (двухвостки, часть ногохвосток), оплодотворение не сопровождается контактом самца и самки. Самцы рассеивают капельки спермы или сперматофоры в местах обитания вида, причем часто даже в отсутствие самки. Оплодотворение происходит при встрече самки с этими порциями семени путем захватывания его половым отверстием самки. Это оплодотворение является наружно-внутренним.

Оплодотворение у таракановых, богомоловых, длинноусых прямокрылых, сетчатокрылых сопровождается выделением сперматофоры, которая сразу подхватывается половыми придатками самки. У саранчовых, части клопов, жуков, ручейников, перепончатокрылых, некоторых низших двукрылый, чешуекрылых сперматофора вводится непосредственно

в половые пути самки. У термитов, клопов, трипсов, скорпионовых мух, части жуков, ручейников, перепончатокрылых, большинства двукрылых сперматофоры полностью утрачиваются и в половые пути самки при копуляции вводится одна сперма. Партеногенез.

3. Развитие

Выделяют два периода развития: эмбриональный и постэмбриональный.

Типы постэмбрионального развития:

1. Прямое развитие без метаморфоза (аметаболия или протометаболия): щетинкохвостые, коллемболы, двухвостки.

2. Развитие с неполным превращением — гемиметаболия. Три фазы: яйцо, личинка и куколка. Имагообразные личинки — нимфы (напр. у таракановых) или наяды (напр., у стрекоз). В фазе личинки происходит рост и развитие особи, в фазе имаго — размножение и расселение.

3. Развитие с полным превращением — голометаболия. Личинка не похожа на взрослое насекомое. Есть еще одна стадия — куколка. Она не питается и очень часто неподвижна. Куколка живет за счет запасов, накопленных личинкой, и часто рассматривается как фаза покоя. В действительности на этой стадии происходит внутренняя перестройка из личинки в имаго. Внешне у куколки ряд признаков взрослой фазы наружные зачатки крыльев, усики, фасеточные глаза.

Классификация насекомых. Филогения членистоногих

План:

- 1) Классификация насекомых;
- 2) Филогения членистоногих.

1. Классификация насекомых

Надкласс Насекомые Insecta

Класс Скрыточелюстные Entognatha

Ротовые органы погружены в особую капсулу.

Отряд Бессяжковые Protura.

Отряд Ногохвостки Collembola.

Отряд Двуххвостки Diplura.

Класс Открыточелюстные Ectognatha

Ротовые части на поверхности головы вокруг ротового отверстия.

Подкласс Первичнобескрылые Apterygota

Отряд Щетинкохвостки Thysanura.

Подкласс Крылатые насекомые Pterygota

Насекомые с неполным превращением

Инфракласс Древнекрылые Paleoptera

Крылья в покое собраны в глубокие складки, как веер, но не могут при этом складываться на спине, оставаясь в том же положении, что и при полете.

Надотряд Эфемероидные Ephemeroidea

Крылья сетчатые. Брюшко с парой длинных тонких членистых церков. Водные нимфы — наяды.

Отряд Поденки Ephemeroptera.

Надотряд Одонатоидные Odonatoidea

Крылья сетчатые. Брюшко с короткими церками. Водные нимфы — наяды.

Отряд Стрекозы Odonata (сем. Красотки, Дедки, Лютки, Стрелки, Коромысла, Стрекозы настоящие).

Инфракласс Новокрылые Neoptera

Крылья в покое могут складываться и плоско лежать на спине. Это обеспечивает крыльям защиту, когда они не используются для полета, и увеличивает подвижность особей.

Надотряд Ортоптероидные Orthopteroidea

Ротовой аппарат типично грызущий. Задние крылья часто крупнее передних, играют основную роль в полете. Передние крылья часто превращены в надкрылья.

Отряд Таракановые Blattodea.

Отряд Богомолы Mantoptera.

Отряд Термиты Isoptera.

Отряд Веснянки Plecoptera.

Отряд Палочники Phasmatoptera.

Отряд Прямокрылые Orthoptera (сем. Кузнечики Tettigonidae, Сверчки Gryllidae, Медведки Gryllotalpidae, Саранчовые Acrididae).

Отряд Уховертки Dermaptera.

Надотряд Гемиптероидные Hemipteroidea

Ротовой аппарат сосущий или грызущий. Передние крылья (если они есть) обычно преобладают над задними, играют основную роль в полете. Брюшко без церков.

Отряд Сеноеды Psocoptera.

Отряд Пухоеды Mallophaga.

Отряд Вши Anoplura.

Отряд Равнокрылые Homoptera (сем. Певчие цикады, Цикадки, Тли, Пенницы).

Отряд Клопы Hemiptera (сем. Водяные скорпионы, Плавты, Гребляки, Водомерки, Гладыши, Хищнецы, Краевики, Слепняки, Красноклопы, Щитники, Постельные клопы, Клопы-охотники).

Насекомые с полным превращением

Надотряд Колеоптероидные Coleopteroidea

Ротовые органы грызущие. Задние крылья преобладают над передними и выполняют основную летательную функцию. Передние крылья — надкрылья или редуцированы. Брюшко без церков.

Отряд Жуки Coleoptera (сем. Жужелицы, Карапузики, Плавунчики, Плавунцы, Вертячки, Водолюбы, Мертвоеды, Пластинчатоусые, Стафилиныды, Мягкотелки, Малашки, Щелкуны, Кожееды, Быстрянки, Чернотелки, Златки, Божьи коровки, Нарывники, Пыльцееды, Листоеды, Усачи, Долгоносики).

Надотряд Нейроптероидные Neuropteroidea

Ротовые органы типично грызущие. Крылья сетчатые, 2 пары, развиты сходно, иногда задняя пара менее развита.

Отряд Сетчатокрылые Neuroptera (сем. Златоглазки, Муравьиные львы).

Надотряд Мекоптероидные Mecopteroidea

Ротовые органы сосущие или изменено грызущего типа, реже типично грызущие. Крылья сетчатые или перепончатые. У низших групп обе пары сходны, у большинства уменьшена задняя пара.

Отряд Скорпионовы мухи Mecoptera.

Отряд Ручейники Trichoptera.

Отряд Чешуекрылые Lepidoptera (сем. Белянки, Голубянки, Нимфалиды, Парусники, Бархатницы, Совки, Медведицы, Бражники, Пяденицы, Волнянки, Огневки, Листовертки).

Отряд Перепончатокрылые Hymenoptera (сем. Пилители настоящие, Наездники, Наездники-бракониды, Осы общественные, Пчелиные, Муравьи настоящие).

Отряд Блохи Siphonaptera.

Отряд Двукрылые Diptera (сем. Долгоножки, Комары настоящие, Хируномиды, Львинки, Мошки, Слепни, Ктыри, Лжектыри, Журчалки, Мухи навозные, Мухи настоящие, Мухи мясные, Ежемухи).

2. Филогения членистоногих

Предками членистоногих могли быть примитивные многощетинковые кольчатые черви. Об этом свидетельствуют эмбриологические данные, сходство строения: наличие сегментации, брюшной нервной цепочки. Ж. Кювье объединял кольчатых червей и членистоногих в один тип — «Членистые» Articulata.

Известны ископаемые, а также современные животные (например, Onychophora), обладающие переходными признаками.

Основные этапы становления членистоногих:

1. Превращение тонкой кутикулы в жесткий наружный скелет.
2. Замена гомономной сегментации на гетерономную.
3. Распад кожно-мышечного мешка на отдельные мышцы.
4. Появление смешанной полости тела (миксоцель).
5. Превращение параподий в членистые конечности.
6. Обособление сердца.
7. Развитие сложных глаз.
8. Превращение передних туловищных сегментов в головные, а их конечностей — в ротовые органы.

Самые древние членистоногие существовали не менее 500 млн лет назад (начало палеозойской эры) и тогда уже обособились две основные ветви и 4 подтипа.

Предки хелицеровых и трилобитов общие. Выход хелицеровых на сушу, и формирование современных отрядов шло независимо в разных группах.

В это же время появились и ракообразные. Самые примитивные ракообразные обладали небольшим числом туловищных сегментов (Branchiopoda). В разных группах независимо

и параллельно шла олигомеризация сегментов. Важнейший этап эволюции членистоногих — освоение наземной среды.

Насекомые произошли от предка, сходного с многоножками. Важным было формирование развитого ротового аппарата (открыточелюстные). Первые палеозойские насекомые были бескрылые, но уже в конце палеозоя существовали крылатые насекомые. Древние стрекозы имели размах крыльев до 75 см. Дальнейшая эволюция насекомых: умение складывать в покое крылья вдоль туловища, развитие с полным превращением. В дополнение к 30 с лишним современным отрядам, прежде, судя по ископаемым остаткам, существовало не менее 11 отрядов насекомых.

Тип Иглокожие Echinodermata

План:

- 1) Общая характеристика;
- 2) Классификация;
- 3) Филогения.

1. Общая характеристика

Типы Иглокожие, Полухордовые и Хордовые относятся к вторичноротым. У них анальное отверстие возникает на месте бластопора (личиночного рта), там, где однослойная стенка зародыша впячивается внутрь, образуя первичную кишку. Рот прорывается заново.

Ж. Кювье в труде «La Regne animal» (1829) объединил в одну группу иглокожих (морские звезды, ежи, лилии), кишечнополостных и некоторые другие группы животных на основании одного общего признака — радиальной (лучевой) симметрии. В остальных отношениях они резко отличаются друг от друга.

Иглокожие, благодаря своей пятилучевой радиальной симметрии являются самым изолированным типом беспозвоночных. Ни у каких других групп билатеральная личинка не превращается в радиально симметричную взрослую форму. Такой метаморфоз, а также многочисленные ископаемые находки доказывают вторичную природу пентамерии иглокожих, сформировавшейся при переходе к сидячему образу жизни. Они выделяются отсутствием выраженной головы и особой системой органов движения.

Иглокожие отличаются значительной примитивностью организации. Все классы этого типа, несмотря на внешние различия, очень сходны по своему внутреннему строению.

Кожно-мускульный мешок покрыт кожей с наружным слоем ресничного эпителия. В подкожном соединительнотканном слое развивается скелет из известковых пластинок с торчащими на поверхность тела шипами. Кожно-мускульный мешок ограничивает объемистую полость тела, целом, выстланную изнутри железистым эпителием.

Исходно сидячий образ жизни иглокожих привел к утрате их целомом функции гидроскелета. Эта функция не восстановилась даже у вторично подвижных форм.

В целоме находятся внутренние органы. Целом дифференцирован на ряд систем; за счет него образуется амбулакральная (водносудистая) система органов движения.

Амбулакральная система — система каналов, наполненных жидкостью. Она начинается на аборальной стороне madreporовой пластинкой. Поры пластинки ведут в каменистый канал, спускающийся к оральной стороне тела и впадающий в окологротовой кольцевой канал. От кольцевого канала берут начало амбулакральные каналы, дающие боковые веточки с канальцами, каждый из которых впадает в одну из ножек. Амбулакральные ножки — полые, очень растяжимые выросты с маленькой присоской на конце. Вытянувшиеся ножки присасываются к субстрату. Бывает и движение на прямых напряженных ножках.

Пищеварительная система. Через полость тела проходит пищеварительный канал со ртом и заднепроходным отверстием.

Псевдогемальная (ложнокровеносная) или перигемальная система окружает кровеносные сосуды и сопровождает нервную систему; она имеет радиальное строение. По синусам псевдогемальной системы идет транспорт питательных веществ к нервным клеткам.

Кровеносная система. Кровеносные сосуды, окружающие, помимо других органов, кишку, открываются в лакуны или синусы между органами. Сердца нет, циркулирующая жидкость содержит гемоглобин.

Органы дыхания. В газообмене участвуют амбулакральные ножки. У голотурий есть «водные легкие» — сильно ветвящиеся выпячивания клоаки. Такие легкие оплетены кровеносными капиллярами («чудесная сеть»).

Специальная выделительная система выражена слабо. Растворенные экскреты могут выводиться через амбулакральные ножки или madreporовую пластинку.

Половая система. Иглокожие раздельнополы. Гонады расположены радиально между каналами амбулакральной

системы. Яйца и сперматозоиды в большом количестве выбрасываются через половые поры в воду. Личинки ведут планктонный образ жизни.

Нервная система залегает непосредственно в толще кожного эпителия или в эпителии впяченных внутрь участков тела. У морских звезд — три отдела нервной системы, мало связанные друг с другом.

Органы чувств. На коже расположены чувствительные клетки, выполняющие осязательную функцию и отвечающие за химическое чувство. Особенно много их на ножках, концах лучей морских звезд и офиур, на околоротовых щупальцах голотурий. Есть светочувствительные клетки. Глазки находятся на концах лучей у морских звезд, вокруг ануса — у морских ежей. Органы равновесия.

2. Классификация

Подтип Элеутерозои,
или Свободноживущие иглокожие Eleutherozoa

Тело звездообразное, шаровидное или червеобразное. Скелет в виде панциря, может редуцироваться. Ротовое и анальное отверстия на противоположных полюсах тела. Амбулакральная система осуществляет движение.

Классы:

1. Морские ежи Echinoidea. Шаровидное тело несет длинные подвижные иглы, между которыми выдвигаются амбулакральные ножки. Известковые пластинки кожи слились и образовали сферическую раковину; в центре ее нижней поверхности находится рот. Так устроены представители подкласса правильных морских ежей. Неправильные морские ежи двустороннесимметричные. Ротовое отверстие у них находится впереди, анальное — сзади. Около 800 видов.

2. Морские звезды Asteroidea. Иголкожие, имеющие вид пятиконечной звезды или плоского правильного пятиугольника. В лучи заходит полость тела и внутренние органы. Передвижение за счет лучей и амбулакральных ножек. Есть хищные и илоядные формы. Пищу заглатывают целиком или бывает внешнее пищеварение. 1,7 тыс. видов.

3. Офиуры *Ophiuroidea*. Близки морским звездам. Все внутренние органы сосредоточены в центральном диске. Передвижение с помощью узких и длинных лучей. Амбулакральные ножки служат для дыхания. Около 2 тыс. видов.

4. Голотурии, или Морские кубышки, или Морские огурцы *Holothuroidea*. Рот окружен кольцом щупалец. Тело представляет собой полый мускулистый мешок. Скелет развит слабее, чем у других иглокожих. В подкожной соединительной ткани есть многочисленные известковые тельца. Пищеварительный канал образует в целоме петлю. С клоакой связаны особые органы дыхания, водяные легкие. Голотурии — донные ползающие животные.

Подтип Пельматозои *Pelmatozoa*

Иглокожие, прикрепленные стебельком или нижней (аборальной) стороной к субстрату, реже свободноживущие. Тело мешковидное, шаровидное или в виде чашечки. Амбулакральная система служит для дыхания.

Класс Морские лилии *Crinoidea*. 540 видов. Тело представляет собой расширяющуюся вверх чашечку. От чашечки отходят перисто-разветвленные лучи. Ротовое и анальное отверстия наверху. Морские лилии сестонофаги — питаются взвешенным в воде планктоном и органическими частицами.

3. Филогения

Очень древняя, некогда намного более разнообразная группа. Известно образование мрамора с участием ископаемых морских ежей и лилий.

Уже в докембрии обозначились две эволюционные ветви: прикрепленные (морские лилии и др.) и подвижны (морские ежи, звезды и голотурии).

Вероятно, первые иглокожие были малоподвижными билатеральными животными с горизонтальной главной осью тела, прямым кишечником, кожным скелетом из отдельных пластинок. Еще в докембрии предковая группа разделилась на две, соответствующие подтипам.

Неподвижные иглокожие специализировались на сестонофагии. Рот и анальное отверстие переместились на верхнюю

сторону тела. Эти особенности проявились у самых древних вымерших классов этого подтипа.

Подвижные иглокожие специализировались на добывании пищи со дна. У большинства рот находится с нижней стороны, а анальное отверстие вверху. Амбулакральные ножки служат для движения. Обособленная группа — голотурии. Околоротовые щупальца у них для сбора ила.

Дальнейшая специализация шла по пути усиления специализации питания и развития радиальной симметрии, охватившей большинство систем органов.

Девять классов подтипа стебельчатые вымерли в палеозойскую эру. В эволюции свободноживущих иглокожих образовались группы хищников, фитофагов, детритофагов.

Тип Щупальцевые Tentaculata

План:

- 1) Общая характеристика;
- 2) Класс Плеченогие Brachiopoda;
- 3) Класс Мшанки Bryozoa;
- 4) Класс Форониды Phoronidea.

1. Общая характеристика

Насчитывает около 4,3 тыс. видов. Общим признаком для представителей типа является наличие лофофора (букв. — «несущий гребень» — *греч.*) — органа с щупальцами, покрытыми ресничками. Это аппарат для фильтрации пищевых частиц из толщи воды. Кишечник образует петлю и анальное отверстие располагается близко к ротовому. Скопления половых клеток не формируют отдельных органов.

Щупальцевых рассматривают как группу, занимающую промежуточное положение между первично- и вторичноротыми.

Кровеносная система незамкнутая; она может быть редуцирована. Большинство щупальцевых — гермафродиты. Развитие с метаморфозом.

2. Класс Плеченогие Brachiopoda

Трехслойные первичноротые животные. Число современных видов — около 300. Обитатели морских и, реже, солоноватых и опресненных водоемов.

Раковина из двух створок, но плоскость симметрии проходит не между створками, а через них. Она состоит из углекислой извести или рогоподобного вещества и образуется за счет выделений кожных мантийных складок.

Створки раковины не симметричны. Брюшная створка, как правило, более крупная и выпуклая, чем спинная, в ней под макушкой находится отверстие для ножки. Обычно по краю, где смыкаются створки, есть ямки, куда входят зубы брюшной створки; система зубов и ямок получила название замка.

Раковина прикрепляется ко дну брюшной створкой или с помощью стебелька. Длина раковины от 0,1 до 40 см, в среднем 3–5 см.

Тело животного занимает заднюю часть раковины. Передняя часть полости раковины выстлана складками мантии (мантийная полость). Здесь находится рот. По бокам рта отходят две руки для собирания пищи, покрытые двойным рядом мерцательных щупалец. У многих плеченогих руки снабжены скелетом в виде известкового стволика, иногда в виде сложной спирали (ручной аппарат).

Целом обширный. Его выросты проникают в складки мантии и в руки, где образуются узкие каналы, доходящие до щупалец. Целомическая жидкость бесцветная; она содержит амeboидные клетки.

В желудок впадают протоки двух пищеварительных желез. У большинства плеченогих средняя кишка оканчивается слепо, у некоторых есть порошица.

Нервная система образована окологлоточным нервным кольцом (надглоточный и подглоточный ганглий, коннективы). От надглоточного ганглия нервы идут к рукам, от подглоточного — к остальным частям тела.

Кровеносная система незамкнутая; она образована лежащим на спинной стороне желудка сердцем. Аорта образует артерии, идущие в руки, складки мантии и к половым железам.

Органы выделения — каналы с широкой покрытой ресничками воронкой — служат и для выведения половых продуктов.

Большинство плеченогих раздельнополы. Есть 2 пары половых желез. Оплодотворение внутреннее. Развитие непрямое (А. О. Ковалевский, 1873).

3. Класс Мшанки Bryozoa

Около 4 тыс. современных видов. Исключительно колониальные трехслойные первичноротые животные, обитающие в морских и пресных водоемах. Колонии состоят из мельчайших (менее 1 мм) особей. Каждая особь выделяет вокруг себя защитный скелет. По составу скелета колонии

мшанок подразделяют на известковые и органические. Колонии бывают кустистые, массивные, сетчатые и инкрустирующие обрастающие.

Особенность колоний мшанок — полиморфизм, проявляющийся в неодинаковом строении особей в колонии. Функция одних особей состоит в регуляции положения передней части тела животного. Другие выполняют функцию защиты, нападения и очищения колонии, третьи имеют опорное значение. Есть особи, в которых происходит развитие яиц и личинок.

У неспециализированных особей в скелете есть отверстие, через которое наружу выходит передняя часть тела с венчиком щупалец. Щупальца, окружающие ротовое отверстие, находятся на специальном возвышении — лофофоре. Пища — мелкие одноклеточные водоросли и животные, коловратки — подгоняются ко рту мерцанием ресниц на щупальцах. Щупальца покрыты осязательными волосками. Пищеварительная система подковообразная.

Нервная система образована надглоточным ганглием и нервами, идущими к щупальцам и другим частям тела.

Дыхание и выделение осуществляется через стенку щупалец.

Размножение почкованием или половое. Мшанки — гермафродиты. Оплодотворение внутреннее.

4. Класс Форониды *Phoronidea*

Морские животные вытянутой формы, живущие в трубках. На переднем конце тела подковообразный лофофор с венчиком щупалец. Кишечник образует петлю и порошица расположена рядом со ртом. Гермафродиты. Нервная система из окологротового кольца и продольного ствола. Кровеносная система из окологротового кольца и двух продольных сосудов. В акватории России в Черном море и на Дальнем Востоке.

Тип Полухордовые *Hemichordata*.

Происхождение хордовых

План:

- 1) Общая характеристика;
- 2) Происхождение хордовых.

1. Общая характеристика

Трехслойные вторичноротые одиночные и колониальные организмы. Около 100 современных видов. Обитатели морей, ведущие свободно плавающий или прикрепленный образ жизни. Часто образуют колонии. Классы: Кишечнодышащие *Enteropneusta*, Крыложаберные *Pterobranchia* и Граптолиты *Graptolithina*.

Кишечнодышащие в ископаемом состоянии не сохраняются. Крыложаберные известны из отложений ордовика, мела и палеогена. Граптолиты — вымершие, исключительно колониальные организмы. Скелет склеропротеиновый, обычно сплошной, редко из скелетных волокон, образующих сетчатый каркас. Колонии имели вид прутьев или кустиков с ячейками. Граптолиты вели бентосный или планктонный образ жизни, могли прикрепляться к разным предметам. У плавающих форм на одном конце колонии развивался плавательный пузырь, наполненный газом. Массовые скопления граптолитов образовали сланцы. Граптолиты были распространены почти повсеместно. Они существовали с кембрия по карбон, но особенно характерны для силура.

2. Происхождение хордовых

Общий предок хордовых, иглокожих и крыложаберных был сидячим донным животным. Его питание представляло собой захват пищевых частиц и их перенос ко рту с помощью рук или щупалец.

Развитие истинных признаков хордовых началось с изменения способа добывания пищи — замена захвата пищи

филтрацией через жаберные щели. С возникновением подвижной личинки в эволюции хордовых открылось новое направление — активный образ жизни. В результате неотении органы передвижения личинок сохранились на всю жизнь.

Тип Хордовые Chordata.

Подтип Бесчерепные Acrania

План:

- 1) Общая характеристика типа Хордовые Chordata;
- 2) Подтип Бесчерепные Acrania.

1. Общая характеристика типа Хордовые Chordata

Тип Хордовые Chordata — высший тип животных. Насчитывает около 42 тыс. видов. Подразделяется на 3 подтипа:

1. Бесчерепные Acrania.
2. Личиночно-хордовые Urochordata, или Оболочники Tunicata.
3. Позвоночные Vertebrata, или Черепные Craniata.

Родство этих подтипов подтверждается наличием у них важных *общих признаков*.

1. Осевой скелет представлен упругим тяжом — хордой, лежащей на спинной стороне тела. Она у бесчерепных сохраняется в течение всей жизни, у личиночно-хордовых имеется только у личинок (отсюда название подтипа), у позвоночных замещается позвоночным столбом.

2. ЦНС развивается в виде нервной трубки на спинной стороне тела, которая также у бесчерепных сохраняется в течение всей жизни, у личиночно-хордовых имеется только у личинок, у позвоночных превращается в головной и спинной мозг.

3. Органы дыхания (жабры или легкие) связаны с передней частью кишечной трубки. Все хордовые имеют хорошо развитые системы органов — мышечную, кровеносную, пищеварительную и выделительную, вторичную полость тела. Хитиновых образований у хордовых нет.

2. Подтип Бесчерепные Acrania

Бесчерепные произошли от животных из типа Полухордовые Nemichordata, класса Кишечнодышащие Enteropneusta, способность которых к передвижению постепенно возростала,

что привело к усложнению нервной, двигательной и других систем. Полухордовые имеют подобие хорды (нотохорд), жаберные щели в стенках пищевода и вторичную полость тела. Современные бесчерепные составляют небольшую группу (всего около 30 видов) ланцетников. В подтипе Бесчерепные выделяется класс Головохордовые Cephalochordata с отрядом Ланцетникообразные Amphioxiformes, семейством Ланцетниковые Branchiostomidae, включающим 3 подсемейства — обыкновенные ланцетники Branchiostomae, ланцетники эпигонихты Epigonichtys и ланцетники амфиоксиды Amphioxidae. Они широко распространены в умеренных и теплых водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов и в связанных с ними морях, (в частности, в Черном море — европейский ланцетник *Branchiostoma lanceolatum*), где обитают на дне в прибрежной полосе. Есть и планктонные организмы (ланцетники амфиоксиды). Питаются водорослями, детритом и зоопланктоном.

Строение. Бесчерепные — небольшие животные (до 8 см длиной). Тело вытянутое, сдавленное с боков, спереди и сзади заостренное. Передняя часть тела шире задней, голова не выражена. Вдоль спины вокруг хвостового отдела и вдоль задней части брюшной стороны тянутся плавниковые метаплевральные складки. Они срастаются на нижней части тела и образуют атриальную (околожаберную) полость, заканчивающуюся отверстием — атриопором.

Задний конец тела, обрамленный плавниковой складкой, похож на лезвие хирургического ножа — ланцета, чем и объясняется название животного. В целом по форме тела бесчерепные немного напоминают рыб, к которым их долгое время и относили. Наружные покровы бесчерепных лишены пигментации и прозрачны. Под однослойным эпидермисом находится тонкий слой соединительной ткани — кулис. Цвет тела бесчерепных беловатый.

Скелет. Вдоль продольной оси тела под нервной трубкой проходит хорошо развитый упругий тяж — хорда, играющая роль осевого скелета. Она доходит до головного отдела (отсюда название класса Головохордовые). Хорда состоит из вакуолизированных клеток в виде поперечных дисков и окружена

несколькими прочными оболочками. В связи с отсутствием головного мозга череп у ланцетника не развит, чем и объясняется название подтипа Бесчерепные. Кроме того, опорную функцию также выполняет бесклеточная соединительная ткань в виде различных перекладин и перегородок во всех частях тела.

Мышечная система мало дифференцирована и метамерна. Она состоит из сегментов (миомеров) и перегородок (миосепт), идущих косо по отношению к продольной оси тела. Благодаря развитому мышечному аппарату ланцетники могут сильно изгибать тело и быстро зарываться в грунт. Они способны и плавать непродолжительное время на боку при помощи волнообразных сокращений тела. Плавание облегчается наличием плавниковых складок.

Нервная система. ЦНС представлена трубкой на спинной стороне над осевым скелетом. В середине трубки проходит узкий продольный канал — невроцель. От трубки отходит большое количество нервов — ПНС в виде спинных (двигательно-чувствующих) и брюшных (двигательных) нервов. Органы чувств очень примитивные. Настоящих глаз нет, а вдоль нервной трубки рассеяны многочисленные скопления черного пигмента (светочувствительные образования — глазки Гессе), которые воспринимают световые раздражения, проникающие внутрь тела благодаря прозрачности наружных покровов. На переднем конце тела на месте невропора (отверстия, связывающего невроцель с наружной средой на ранних стадиях развития) имеется обонятельная ямка, воспринимающая химические раздражения. Осязательные клетки рассеяны по всей поверхности тела.

Пищеварительная система. Рот, окруженный щупальцами (10–20 пар), ведет в ротовую полость, а та — в глотку. На брюшной стороне этого отдела имеется эндостиль — продольная борозда, клетки которой выделяют слизь. Благодаря мерцательному движению ресничек и особой складки (паруса) в глотку поступает вода с органическими остатками и мелкими организмами. Слизь склеивает пищевые частицы, и они поступают в среднюю кишку, где и перевариваются. Непереваренные

остатки пищи удаляются наружу через анальное отверстие на брюшной стороне в задней части тела.

Дыхательная система. Передняя часть пищеварительной трубки (глотка) пронизана длинными косыми жаберными щелями (около 100 пар), что говорит о родстве с кишечнодышащими. Стенки, окружающие щели, обильно снабжены кровеносными сосудами. Жаберные щели открываются в атриальную (околожаберную) полость, которая сообщается с наружной средой при помощи атриопора — отверстия посредине брюшной стороны тела. Околожаберная полость защищает дыхательный аппарат ланцетников от повреждений и засорения при зарывании их в грунт. Вода загоняется в ротовую полость и далее в глотку движением многочисленных ресничек.

Кровеносная система замкнутая. Она состоит из 2 главных сосудов — спинной и брюшной аорты и их разветвлений. Кровь, насыщенная углекислым газом, со всего тела собирается в брюшную аорту и течет к переднему концу тела. Здесь от нее отходят парные жаберные артерии к жаберному аппарату, где происходит газообмен. Обогащенная кислородом кровь собирается в 2 сосуда на спинной стороне тела — корни спинной аорты, которые объединяются в один спинной кровеносный сосуд — спинную аорту. Венозная система представлена передними кардинальными венами, задними кардинальными венами, образующими 2 кювьеровых протока, впадающих в венозный синус, переходящий в брюшную аорту. У бесчерепных нет сердца и кровь приводится в движение сокращением стенок ряда сосудов. Кровь бесцветна, т.к. в ней нет гемоглобина.

Выделительная система. Многочисленные (до 90 пар) нефридии в виде трубочек вдоль жаберного аппарата напоминают метанефридии кольчатых червей. Каждый нефридий открывается несколькими отверстиями (нефростомами из булавовидных клеток — соленоцитов) в полость тела (целом) и одним общим отверстием — в околожаберную полость. По краям входных отверстий находятся пламенные клетки, поглощающие продукты распада.

Размножение. Бесчерепные — раздельнополые животные. Органы размножения представлены двумя рядами

половых желез (около 25 пар), лежащих в целоме по бокам околожаберной полости. Созревшие половые клетки выходят через разрывы стенок желез в околожаберную полость, а оттуда — в воду, где происходит оплодотворение (наружное). Развитие зиготы идет в воде. Яйца очень мелкие (0,1 мм) и бедны желтком.

Значение. Поскольку организм ланцетника содержит до 80 % белка, то человек у побережья Ю-В Азии использует его в пищу. Бесчерепные представляют исключительно ценный материал в вопросе решения научных проблем о происхождении позвоночных животных. А. О. Ковалевский, изучая эмбриональное развитие ланцетника, показал, что бесчерепных следует рассматривать как промежуточных животных между двумя большими группами животного мира — беспозвоночными и позвоночными.

Подтип Личиночно-хордовые Urochordata, или Оболочники Tunicata

План:

- 1) Общая характеристика подтипа Личиночно-хордовые Urochordata;
- 2) Строение;
- 3) Питание;
- 4) Кровеносная и нервная системы;
- 5) Размножение и развитие;
- 6) Филогения.

1. Общая характеристика подтипа Личиночно-хордовые Urochordata

Подтип Личиночно-хордовые Urochordata, или Оболочники Tunicata насчитывает около 1,5 тыс. видов исключительно морских животных, объединенных в 3 класса: Асцидии Ascidiidae, Сальпы Salpae и Аппендикулярии Appendiculariae. Оболочники от других хордовых отличаются тем, что во взрослом состоянии у них отсутствуют хорда и нервная трубка. В личиночной стадии наоборот, все признаки подтипа выражены отчетливо (отсюда название подтипа). Многие оболочники ведут прикрепленный (сидячий) образ жизни, обитая одиночно или колониально. Есть и свободноплавающие виды, населяющие пелагические части тропических морей. Вертикальное распространение оболочников — от поверхностных слоев воды до глубины 5 км. В территориальных водах России обитает около 150 видов оболочников (нет в Азовском и Каспийском морях). Форма тела мешковидная или бочонкообразная. Снаружи тело покрыто особой толстой оболочкой — туникой — студенистой или хрящеватой консистенции (отсюда второе название подтипа). Туника возникла в связи с переходом к сидячему или малоподвижному образу жизни и имеет защитное значение. Оболочники размножаются как половым способом, так и бесполом — почкованием. Все оболочники гермафродиты. Рассмотрим строение оболочников на примере одиночной асцидии из класса Асцидии.

2. Строение

На верхней части тела асцидии расположен трубкообразный вырост с отверстием, ведущим в большую мешковидную глотку. Это ротовой сифон. Другое отверстие расположено ниже сбоку — клоакальный сифон. Глотка пронизана большим числом мелких отверстий — жаберных щелей (стигм), через которые циркулирует вода. На дне глотки находится отверстие, ведущее в короткий пищевод. Пищевод переходит в мешковидный желудок. Короткая кишка открывается в атриальную полость, сообщающуюся с наружной средой через отверстие — атриопор на клоакальном сифоне.

3. Питание

Питание у асцидий пассивное. Как и у ланцетника, есть эндостиль, на котором осаждаются пищевые частицы, попавшие с водой в глотку. Эндостиль начинается на дне глотки и по ее брюшной стороне поднимается вверх к ротовому отверстию. Здесь он раздваивается, образуя окологлоточное кольцо, и переходит в тянущийся на спинной стороне глотки спинной вырост. Пищевые частицы перегоняются реснитчатыми клетками эндостиля вверх к окологлоточному кольцу, откуда они по спинному выросту спускаются к пищеводу. Есть желудок, короткая кишка открывается в атриальную полость вблизи клоакального сифона.

4. Кровеносная и нервная системы

Кровеносная система незамкнутая, лакунарная.

Нервная система состоит из ганглия, лишённого внутренней полости, расположенного между ротовым и клоакальным сифонами. Органов чувств нет.

5. Размножение и развитие

Асцидии гермафродиты: в одной особи есть яичник и семенник. При *бесполом размножении* на брюшной стороне тела материнской особи появляется колбовидное выпячивание — почкородный столон. Почка вскоре обособляется

и превращается в сидячую форму. У колониальных асцидий почка остается на столоне и сама начинает размножаться почкованием. В почках формируются все органы материнской особи. *Половое размножение* асцидии, благодаря исследованиям А. О. Ковалевского, стало основой для понимания филогенетических связей оболочников с другими хордовыми. Из оплодотворенного яйца быстро формируется свободноплавающая личинка. Внешне она напоминает головастика. Ее «голова» имеет все органы, а хвост позволяет быстро перемещаться. В хвосте, кроме мускулатуры и плавниковой складки, закладываются хорда и нервная трубка. Жизнь личинки коротка во времени (не более суток). Вскоре она прикрепляется двумя выростами головы к субстрату и подвергается регрессивному метаморфозу. Хорда исчезает. Нервная трубка, светочувствительный глазок и мозговой пузырек вначале уменьшаются в размерах, а затем исчезают. Остается лишь задняя утолщенная часть пузырька, которая образует ганглий. Глотка разрастается, число жаберных отверстий резко увеличивается. Ротовое и анальное отверстия перемещаются вверх. Тело принимает типичный для взрослой особи мешковидный облик. На поверхности тела быстро формируется туника.

6. Филогения

Филогения оболочников во многом еще до конца не ясна. Вероятно, оболочники и прочие хордовые имели общих предков. Предки оболочников были свободноплавающими животными, передвигающимися в воде при помощи длинного хвостового плавника. Они имели развитую нервную трубку с расширенным мозговым пузырем на переднем конце, органы чувств в виде слухового пузырька и пигментированного глазка, хорошо развитую хорду. Позднее большинство видов перешло к сидячему образу жизни и строение их тела значительно упростилось: редуцировались нервная система, органы чувств, хорда и мускулатура. Наоборот, прогрессивно развились приспособления, обусловленные сидячим образом жизни: толстая туника, надежно защищающая внутренние органы, сложный жаберный аппарат, эндостиль, размножение не только половым путем, но и почкованием.

Подтип Позвоночные Vertebrata.

Класс Круглоротые Cyclostomata

План:

- 1) Общая характеристика подтипа Позвоночные Vertebrata;
- 2) Общая характеристика класса Круглоротые Cyclostomata;
- 3) Внешний вид;
- 4) Скелет;
- 5) Пищеварительная система;
- 6) Дыхательная система;
- 7) Кровеносная система;
- 8) Нервная система;
- 9) Выделительная и половая системы;
- 10) Систематика.

1. Общая характеристика подтипа Позвоночные Vertebrata

Подтип Позвоночные Vertebrata, или Черепные Craniata объединяет абсолютное большинство видов хордовых (более 40 тыс. видов), стоящих на более высоком уровне организации, чем бесчерепные и оболочники. Предки позвоночных перешли к активному поиску пищи и связанному с этим передвижению. Это привело к развитию жизненно важных систем органов, укреплению мускулатуры и осевого скелета, возникновению черепа, совершенствованию нервной системы, усложнению органов чувств, усилению кровообращения, образованию сердца. Все позвоночные объединены в 2 группы: 1) Первичноводные позвоночные, или Позвоночные без зародышевых оболочек, или Анамнии Anamnia: раздел Бесчелюстные Agnatha, надкласс Бесчелюстные Agnatha, класс Круглоротые Cyclostomata; раздел Челюстноротые Gnathostomata, надкласс Рыбы Pisces, класс Хрящевые рыбы Chondrichthyes, класс Костные рыбы Osteichthyes, надкласс Наземные, или Четвероногие позвоночные Tetrapoda, класс Земноводные, или Амфибии Amphibia; 2) Первично-наземные позвоночные, или Позвоночные с зародышевыми оболочками, или Амниоты

Amniota: класс Пресмыкающиеся, или Рептилии Reptilia; класс Птицы Aves; класс Млекопитающие, или Звери Mammalia.

2. Общая характеристика класса Круглоротые Cyclostomata

Класс Круглоротые входит в группу Анамний, раздел Бесчелюстные, надкласс Бесчелюстные. Бесчелюстные — самые примитивные из позвоночных. Характерные особенности: отсутствие челюстей, рот сосущего типа, отсутствие парных конечностей, непарная обонятельная капсула с одной ноздрей, 2 полукружных канала во внутреннем ухе, жаберные мешки энтодермального происхождения. Живут в морях и пресных водоемах. В классе 34 вида. Круглоротые близки к рыбам, но ряд черт показывает их большую примитивность, обособленность и принадлежность к другой ветви позвоночных. Одновременно им свойственны своеобразные черты, связанные с полупаразитическим и паразитическим образом жизни: присасывательная воронка, роговые зубы и голая богатая железами кожа.

3. Внешний вид

Тело удлинненное, угреобразное, без парных конечностей. Спереди на голове находится широкая присасывательная воронка. По ее краям имеются кожные выросты. Внутри воронки и на конце языка сидят роговые зубы. Кожа плотная, голая. Эпидермис богат железистыми клетками, выделяющими обильную слизь. Непарное ноздревое отверстие расположено у миног наверху головы между глазами, у миксин — на переднем конце головы. Позади ноздри располагается светочувствительное пятно. По бокам переднего конца тела находится ряд округлых, а не щелевидных, как у рыб, жаберных отверстий. Хвостовой плавник протоцеркального типа.

4. Скелет

Осевой скелет в туловищной и хвостовой областях представлен хордой, окруженной толстой соединительно-тканной оболочкой. В этой оболочке находится парный ряд

хрящиков — зачатки верхних дуг позвонков. Мозговой череп примитивен и представлен мозговой пластинкой. Ниже этой пластины располагается система хрящей, поддерживающих ротовую воронку и язык. Висцеральный скелет представлен 9 парами сочлененных жаберных дуг, связанных между собой 4 продольными хрящевыми тяжами. Эта хрящевая решетка поддерживает жаберный аппарат.

5. Пищеварительная система

Пищеварительная система начинается широкой предротовой воронкой, вооруженной роговыми зубами. Развитый язык несет самый крупный зуб — терку. Собственно ротовое отверстие лежит на дне воронки и ведет в глотку. Глотка разделена на 2 части: верхнюю, по которой проходит пища, и нижнюю, заканчивающуюся слепо и связанную с жаберными мешками. Желудок не развит, пищевод переходит непосредственно в кишку, от которой отделен клапаном. Кишка не делится на отделы и не образует петель. Внутри нее располагается слабо изгибающаяся складка — спиральный клапан, увеличивающий поверхность всасывания кишки и замедляющий прохождение пищи. Этим достигается более полное переваривание пищи. Круглоротые выделяют пищеварительные соки в тело жертвы, где начинается химическая обработка пищи (внекишечное пищеварение). Имеется печень — вырост переднего отдела кишки (как у ланцетника). Поджелудочная железа в зачаточном состоянии.

6. Дыхательная система

Дыхательная система представлена жаберными лепестками. Узкие округлые наружные жаберные ходы ведут в обширные линзообразные жаберные мешки. Их стенки покрыты многочисленными пластинами, где обильно ветвятся кровеносные сосуды. От жаберных мешков отходят внутренние жаберные ходы, ведущие в глотку. Жаберные мешки и их лепестки у круглоротых имеют энтодермальное происхождение, тогда как у всех остальных жабернодышащих современных позвоночных жаберные лепестки развиваются из эктодермальных

зачатков. В связи с паразитическим типом питания путем присасывания к телу жертвы, ток воды при дыхании идет через наружные жаберные отверстия в жаберные мешки и выходит обратно этим же путем. Число жаберных мешков у круглоротых варьирует от 5 до 15 пар (у речной миноги — 7).

7. Кровеносная система

Кровеносная система устроена по тому же плану, что и у ланцетника. Но у круглоротых есть сердце, состоящее из 2 камер — предсердия и желудочка. Оно находится в начале брюшной аорты и способствует усилению кровотока. К предсердию примыкает тонкостенный венозный синус, куда впадают все венозные сосуды. От брюшной аорты отходят парные приносящие жаберные артерии. Выносящие жаберные артерии впадают в непарный корень аорты, от которого вперед отходят сонные артерии, а назад корень аорты продолжается в основной артериальный ствол — спинную аорту. Она находится под осевым скелетом (хордой). Кровь от спинной аорты поступает ко всем органам тела. От головы венозная кровь собирается в парные передние кардинальные (яремные) вены, впадающие в венозную пазуху. Сюда же поступает кровь из задних кардинальных вен, собирающих кровь от туловища. От кишечника кровь собирается в подкишечную вену, попав в печень, она образует воротную систему кровообращения. Из печени кровь по печеночной вене изливается в венозную пазуху.

8. Нервная система

Нервная система. Головной мозг имеет 4 типичных для позвоночных отдела: передний, промежуточный, средний и продолговатый. Мозжечок почти не развит. Размеры мозга относительно малы. Все его отделы расположены в одной плоскости, т. е. не образуют типичных для высокоорганизованных позвоночных изгибов. Головных нервов 10 пар. Спинномозговые нервы отходят 2 корешками — спинным и брюшным, которые не соединяются и не образуют общего смешанного нерва как у других позвоночных.

Органы чувств устроены очень просто. Орган слуха представлен внутренним ухом — перепончатым лабиринтом с 2 (у миног) или 1 (у миксин) полукружными каналами. Глаза слабо развиты. У миног недоразвита роговица, у миксин глаза редуцированы в связи с паразитическим образом жизни. Орган обоняния непарный. В коже с обеих сторон тела проходит боковая линия в виде неглубоких ямок, на дне которых расположены окончания блуждающего нерва.

9. Выделительная и половая системы

Выделительная система представлена мезонефрическими почками, к переднему концу которых примыкают остатки пронефроса. Мочеточниками служат вольфовы каналы, впадающие в мочеполовой синус.

Половые железы непарные и не имеют специальных протоков. Половые продукты через разрывы стенок гонад выпадают в полость тела, откуда попадают в мочеполовой синус и через канал мочеполового сосочка наружу.

10. Систематика

Современные круглоротые делятся на 2 отряда: Миксины *Muxiniformes* с 10 видами и Миноги *Petromyzoniformes* с 24 видами.

Отряд Миксины — в наибольшей мере паразитические круглоротые. Они не только присасываются к жертве, но и внедряются в ее тело через проделанное отверстие или через жаберные щели. Таким образом, это временные внутренние паразиты. Имеют упрощенное строение. Кожа голая с обильными слизистыми железами, Жаберных отверстий от 1 до 15 пар. Глаза недоразвиты. Миксины почти слепые и ориентируются с помощью органов обоняния и осязания. Во внутреннем ухе 1 полукружный канал. Развитие, в отличие от миног, прямое, без личиночной стадии. Питаются рыбой. Обитают исключительно в морях и океанах. Обыкновенная миксина *Muxine glutinosa* — 50 см длиной, обитает в северной части Атлантического океана, в шельфовой зоне на глубине 20–400 м, до 1000 м. Бделлостомы, или пиявкоротые миксины

Bdellostoma — 1 м длиной, обитают в Индийском и Тихом океанах, отличаются прожорливостью и наносят большой вред рыбоводству, поедая рыбу, попавшую в рыболовные снасти.

Отряд Миноги. У миног паразитический образ жизни выражен слабее, чем у миксин. Миноги часто присасываются к рыбам и питаются их кровью и мясом. Также поедают икру рыб и даже водоросли. Как и у миксин, тело миног угребобразной формы, покрыто голой кожей. Глаза развиты сравнительно хорошо. Наряду с парой глаз есть зачаточный — теменной, им минога получает лишь световые ощущения. Обонятельная капсула одна. Орган слуха — внутренне ухо с 2 полукружными каналами. Жаберных отверстий 7 пар, все они самостоятельно открываются наружу. Развитие с превращением. Из яйца выходит личинка — пескоройка. Рот у нее в виде воронки с нависающей верхней губой. Глотка не разделена на дыхательный отдел и пищевод, на ее брюшной стороне находится железисто-ресничная бороздка, гомологичная эндостиллю ланцетника, которая улавливает взвешенные в воде пищевые частицы и направляет их в пищевод. Личинка значительную часть времени проводит зарывшись в грунт дна, образом жизни напоминающая ланцетника. Весь период метаморфоза у миног занимает 2–5 лет. Все миноги размножаются в пресной воде, а живут в морях, озерах, реках и ручьях. В отряде 1 семейство — Миноговые *Petromyzonidae*. Морская минога *Petromyzon marinus* длиной 50–100 см, обитает в морях Атлантического океана на глубине до 500 м. Питается рыбой и придонными беспозвоночными. Для нереста заходит в реки, не поднимаясь по ним далеко вверх по течению. Нерестовых стай не образует. Икру откладывает в ямки, которые выкапывает в грунте дна. Размножается весной. Типично проходные также каспийская *Caspiomyzon wagneri* и речная миноги *Lampetra fluviatilis*. Речная минога до 40 см длиной, обитает в морях севера Атлантического океана. Нерестится в реках. Идущие на нерест миноги перестают питаться, их кишечник атрофируется. Речная минога имеет промысловое значение: ее используют в пищу. Ручьевая минога *Lampetra planeri* менее 30 см длиной, обитает в реках Европы, в морях никогда не встречается. Нерестится в мае, после нереста погибает.

Класс Хрящевые рыбы Chondrichthyes

План:

- 1) Общая характеристика рыб;
- 2) Внешний вид Хрящевых рыб;
- 3) Скелет;
- 4) Пищеварительная система;
- 5) Дыхательная система;
- 6) Кровеносная система;
- 7) Нервная система;
- 8) Выделительная и половая системы;
- 9) Систематика.

1. Общая характеристика рыб

Хрящевые Chondrichthyes и Костные Osteichthyes рыбы образуют надкласс Рыбы Pisces, относящийся к разделу Челюстноротые Gnathostomata. Они стоят на более высокой, чем круглоротые, ступени развития. Это связано с энергичными передвижениями, активным захватом пищи, разнообразным поведением и приспособлениями к среде. Эти особенности, в свою очередь, связаны с более совершенным развитием многих органов, в первую очередь, нервной системы, органов чувств и скелета. В отличие от круглоротых, рот рыб вооружен подвижными челюстями (отсюда название раздела). Имеются парные конечности, представленные грудными и брюшными плавниками и их поясами. Органы дыхания у большинства рыб — жабры. Жаберные лепестки эктодермального происхождения. Обонятельные органы парные. Внутреннее ухо имеет 3 полукружных канала. Тело покрыто чешуей. Рыбы имеют огромное хозяйственное значение, продуцируя мясо и жир. Возникли в пресных водоемах в силуре, а в девоне господствовали во всех водных бассейнах. Наука о рыбах — ихтиология.

2. Внешний вид Хрящевых рыб

Форма тела удлинённая, веретеновидная. Голова имеет носовой вырост — рострум. Хорошо развиты глаза. По бокам головы — жаберные щели (по 5, у некоторых 6–7). Позади глаз

2 отверстия, ведущие в глотку — брызгальца (рудименты жаберных щелей). Хвостовой плавник гетероцеркальный (неравнолопастный): ось скелета заходит в верхнюю, большую лопасть плавника. Парные конечности — грудные и брюшные плавники, которые располагаются горизонтально относительно тела. У самцов внутренние части брюшных плавников образуют пальцеобразные выросты — копулятивные органы. Кожные покровы — эпидермис и кутис (кориум). Эпидермис многослойный, с многочисленными железистыми клетками. Кутис плотный, волокнистый. Кожа покрыта плакоидной чешуей — пластинка в волокнистом слое кожи, имеющая зубец, направленный назад. Чешуя развивается в кутисе и состоит из костного вещества остеодентина. Зубец покрыт эмалью. По краям ротовой щели чешуя заходит на челюсти. Здесь она крупнее и выполняет функцию зубов. Зубы и плакоидная чешуя — гомологичные органы.

3. Скелет

Скелет у хрящевых рыб пожизненно остается хрящевым, как это видно из названия класса. *Осевой скелет* представлен позвоночным столбом и мозговой частью черепа. Позвоночник состоит из 2 отделов — туловищного и хвостового. Позвонки имеют тело и 2 дуги. Тела позвонков вогнуты спереди и сзади — амфицельные. В полостях между телами соседних позвонков сохраняется хорда. В канале верхних дуг проходит спинной мозг. Причленяющиеся к позвоночнику ребра короткие и ограничивают полость тела только сверху и немного с боков. Мозговой череп состоит из мозговой коробки, капсул органов чувств и рострума. Формируется хрящевая крыша мозговой коробки. *Висцеральный скелет* включает жаберные дуги, подъязычную и челюстную дуги и 2 пары губных хрящей. *Скелет парных конечностей* представлен поясом конечностей, лежащим в корпусе тела и служащим опорой конечностей, и скелетом свободных конечностей. Пояс передних конечностей (грудных плавников) — хрящевая дуга, свободно лежащая в толще мускулатуры, состоит из лопаточного и коракоидного отделов. Скелет свободной передней конечности состоит из 3 отделов. В основе плавника лежат 3 хрящика — базалии,

причленяющиеся к поясу. К базалиям прикрепляются палочковидные хрящи — радиалии, располагающиеся в несколько рядов. К радиалиям прикрепляются длинные тонкие эластоидиновые нити (эластотрихии) кожного происхождения. Пояс задних конечностей (брюшных плавников) — непарный хрящ в мускулатуре поперек тела перед клоакой. В скелете брюшного плавника имеется 1 или 2 базалии. Радиалии прикрепляются к их наружному краю. Скелет непарных плавников (спинного и хвостового) состоит из радиалий и эластоидиновых нитей.

4. Пищеварительная система

Пищеварительная система начинается подвижными челюстями, несущими крупные зубы. Ротовая полость переходит в глотку с жаберными щелями. В глотку открываются и брызгальца. Короткий пищевод переходит в дугообразный желудок, от которого отходит короткая тонкая кишка. В ее брыжейке лежит поджелудочная железа. Толстая кишка снабжена спиральным клапаном. Двулопастная печень имеет желчный пузырь с протоками, впадающими в начальный отдел тонкой кишки. Кишечник заканчивается клоакой. Вблизи желудка находится кроветворный орган — селезенка.

5. Дыхательная система

Каждая жаберная щель внутренним краем открывается в глотку, а наружным — самостоятельно на поверхность тела. Жаберные отверстия отграничены друг от друга широкими межжаберными перегородками, в толще которых залегают хрящевые жаберные дуги. Жаберные лепестки сидят на передней и задней стенках жаберных щелей, где образуют полужабры.

6. Кровеносная система

Сердце хрящевых рыб двухкамерное, из предсердия и желудочка. К предсердию прилегает широкий тонкостенный венозный синус, в который вливается венозная кровь. К желудочку прилегает артериальный конус — начало брюшной аорты. Он является частью желудочка — имеет

поперечнополосатую мускулатуру. От артериального конуса начинается брюшная аорта, от нее к жабрам отходят 5 пар жаберных артерий, которые впадают в корни аорты. Они, сливаясь, образуют основной артериальный ствол — спинную аорту. Она лежит под позвоночником и снабжает кровью внутренние органы. Вперед от корней аорты отходят сонные артерии, несущие кровь к голове. Венозная кровь от головы собирается в парные передние кардинальные (яремные) вены. От туловища кровь собирается в парные задние кардинальные вены. Они на уровне сердца образуют парные кювьеровы протоки, впадающие в венозный синус. Кардинальные вены в почках образуют воротную систему кровообращения. От кишечника кровь поступает в подкишечную вену, которая в печени образует воротную систему кровообращения. Из печени кровь по печеночной вене изливается в венозный синус.

7. Нервная система

Головной мозг относительно большой. Хорошо развиты все его отделы: передний, промежуточный, средний, продолговатый и мозжечок.

Органы чувств. Обонятельные мешки парные и имеют складку, которая делит ноздрю на вводное и выводное для воды отверстия. Акулы имеют очень чувствительные органы обоняния и улавливают запах крови за 0,5 км до объекта. Парные глаза имеют типичное для рыб строение: роговица плоская, хрусталик шарообразный, веки отсутствуют. У некоторых видов есть мигательная перепонка. В сетчатке глаз колбочки отсутствуют, поэтому цветов хрящевые рыбы не различают, что отражается и на фоне их общей окраски. Орган слуха представлен внутренним ухом — перепончатым лабиринтом с 3 полукружными каналами. Направление водных потоков рыбы ощущают через сейсмодсенсорную систему: каналы вдоль головы и боковая линия.

8. Выделительная и половая системы

Органы выделения — первичные почки (мезонефрос). Выводные протоки — парные вольфовы каналы, впадающие

в клоаку. Продукты выделения удаляются из полости тела через нефростомы, из крови — через мальпигиевы тельца. Через жабры выводится аммиак.

Яичники парные. Парные яйцеводы (мюллеровы каналы) не соединены с яичниками, а открываются в полость тела в непосредственной близости от них. В верхнем отделе яйцевода находятся скорлуповые железы. Расширенные нижние отделы яйцеводов открываются в клоаку. Половые и мочевые пути у самок на всем протяжении разделены. Наряду с откладыванием яиц акулам свойственно яйцеживорождение, при котором развивается желточная плацента. Парные семенники связаны системой канальцев с передними отделами почек. Эти канальцы проходят через почки и впадают в вольфовы каналы. Таким образом, вольфовы каналы служат у самцов как мочеточниками, так и семяпроводами. Передние отделы почек не обладают выделительной функцией и служат придатками семенников. Вольфовы каналы в нижнем отделе расширены и образуют тонкостенные семенные пузыри. Оба вольфова канала впадают в мочеполовой синус, открывающийся в клоаку.

9. Систематика

Класс Хрящевые рыбы Chondrichthyes включает:

1) подкласс Пластинчатожаберные Elasmobranchii: надотряд Скаты *Vatomorpha*, надотряд Акулы *Selachomorpha*, отряд Катранообразные *Squaliformes*, семейство Катрановые *Squalidae*, черноморская колючехвостая акула-катран *Squalus acanthias*;

2) подкласс Цельноголовые, или Слитночерепные *Holocephali*.

Надотряд Скаты имеют уплощенное в спинно-брюшном направлении тело и сильно развитые грудные плавники. Поэтому жаберные отверстия располагаются на брюшной стороне тела. Брызгальца лучше развиты, чем у акул. Скаты приспособились к малоподвижному придонному образу жизни. Хвостовой плавник слабо развит. Питаются донными животными — моллюсками, ракообразными. Зубы тупые, приспособлены к перемалыванию раковин моллюсков и хитиновых покровов членистоногих. Представители — электрический

скат (вырабатывает разряды до 70В), манта, хвосток, морская лисица, морской кот.

Надотряд Акулы. Представители — самая крупная рыба — китовая акула (20 м), большая белая акула, акула-катран, акула-пилонос, тигровая акула, лимонная акула, сельдевая акула, гигантская акула, морской ангел, акула-молот, синяя акула, песчаная акула, серая акула, акула-мако (самая быстрая), длиннокрылая акула, тупорылая акула (акула-бык).

Подкласс Цельноголовые. Имеют удлиненное веретенообразное тело, утончающееся к хвосту. Кожа голая, почти лишена чешуи. Заметна боковая линия в виде открытой борозды. Наружные жаберные отверстия прикрыты кожистой складкой. Осевой скелет примитивный, представлен хордой. Череп аутостилический (в отличие от гиостилического черепа акул) — небноквадратный хрящ срастается с мозговой частью черепа (у акул не срастается). Зубы малочисленны, пластинчатой формы. Пищеварительная трубка слабо дифференцирована. Оплодотворение внутреннее. Откладывают по 2 яйца с толстой оболочкой. Держатся на больших глубинах, питаются донными беспозвоночными. Представитель — химера, или морская кошка *Chimaera monstrosa* 1,5 м длиной, обитает в Баренцевом и Средиземном морях.

Класс Костные рыбы Osteichthyes

План:

- 1) Общая характеристика Костных рыб Osteichthyes;
- 2) Надотряд Ганоидные Ganoidomorpha;
- 3) Общие признаки надотряда Костистые Teleostei;
- 4) Кожный покров;
- 5) Скелет;
- 6) Плавательный пузырь;
- 7) Пищеварительная система;
- 8) Дыхательная система;
- 9) Кровеносная система;
- 10) Нервная система;
- 11) Выделительная система;
- 12) Половая система;
- 13) Систематика.

1. Общая характеристика Костных рыб Osteichthyes

Класс Костные рыбы Osteichthyes — самый многочисленный класс хордовых животных, насчитывает около 20 тыс. видов. Распространены в самых разнообразных водоемах. Разнообразие условий жизни обуславливает богатство этой группы видами и крайнее их многообразие. Скелет всегда костный (как это видно из названия класса). Имеется костная жаберная крышка, прикрывающая снаружи жаберный аппарат. У большинства видов имеется плавательный пузырь, возникающий как вырост спинной стенки кишечника. У примитивных групп он пожизненно сохраняет связь с пищеварительной трубкой. Плавательный пузырь — важный гидростатический орган: изменение объема газов в нем меняет плотность тела рыб, что имеет приспособительное значение при перемещениях рыб из одного горизонта воды в другой. У большинства костных рыб оплодотворение наружное, икра мелкая без плотных оболочек. Выделяется подкласс Лучеперые Actinopterygii с двумя надотрядами — Ганоидные Ganoidomorpha и Костистые Teleostei.

2. Надотряд Ганоидные *Ganoideomorpha*

Представлен отрядом Осетрообразные *Acipenseriformes*. Немногочисленная древняя группа рыб, имеющих общие черты организации с хрящевыми рыбами (поэтому их также называют Хрящекостными). Внешне похожи на акулу, Есть рострум, в связи с чем ротовое отверстие смещено на нижнюю сторону головы в виде полулунной поперечной щели. Хвостовой плавник неравнолопастный (гетероцеркальный). Парные плавники располагаются горизонтально относительно тела. Чешуя ганоидная (по строению похожа на плакоидную, располагается несколькими рядами). Мозговой череп почти весь хрящевой. Основу осевого скелета составляет пожизненно сохраняющаяся хорда. Есть спиральный клапан в кишечнике и артериальный конус близ сердца. Чертами костных рыб являются наличие покровных костей в мозговом черепе, костная жаберная крышка, плавательный пузырь, сообщающийся с кишечником, оплодотворение наружное, икра мелкая и многочисленная. Распространены в северном полушарии в умеренных широтах. Представители — русский осетр, белуга (до 1 т), севрюга, стерлядь. Пресноводные (стерлядь) и проходные рыбы (нерестятся в реках). Питаются животной пищей. Имеют большое промысловое значение (мясо, черная икра).

3. Общие признаки надотряда Костистые *Teleostei*

Самая многочисленная группа. Скелет целиком костный. Хрящ сохраняется лишь небольшими участками между вытесняющими его костями. Скелет парных плавников, по сравнению с хрящевыми рыбами, упрощен: в грудных плавниках нет базалий, и костные радиалии причленяются непосредственно к поясу. В брюшных плавниках нет не только базалий, но и радиалий, и скелет плавников состоит из одних костных лучей. Грудные плавники расположены относительно тела вертикально. Тело покрыто костной чешуей в виде тонких костных пластинок, черепицеобразно налегающих одна на другую. Рот — на переднем конце головы. Хвостовой плавник равнолопастный (гомоцеркальный).

4. Кожный покров

Чешуя формируется за счет собственно кожи (кутиса) и представлена тонкими полупрозрачными пластинками с ровным (циклоидная) или зазубренным (ктеноидная) наружным краем. Снаружи чешуя покрыта тончайшим слоем эпидермиса, в котором содержится большое количество одноклеточных желез, выделяющих слизь на поверхность тела. Размеры чешуй увеличиваются по мере роста рыбы, продолжающегося в течение всей жизни особи (возраст рыбы можно узнать по количеству годичных колец на чешуе). В коже расположена боковая линия — парный канал по бокам тела, сообщающийся с наружной средой рядом отверстий, прободающих чешую.

5. Скелет

Осевой скелет — позвоночник и мозговой череп. Тела позвонков амфицельные (двояковогнутые), несут верхние и нижние дуги. Верхние дуги смыкаются, образуя спинномозговой канал. К нижним дугам причленяются ребра, отграничивающие полость тела сверху и с боков. В хвостовом отделе остистые отростки находятся не только на верхних, но и на нижних дугах. Мозговой череп в большей части костный, образован накладными и хондральными костями. Хондральные окостенения формируют заднюю часть, бока и дно мозгового черепа. Накладные (покровные) кости формируют в мозговом черепе его крышу, отчасти бока и дно. Костные жаберные дуги, как и у хрящевых рыб, но 5-я (последняя) дуга сильно редуцирована. У костных рыб появляется жаберная крышка. *Конечности*. Скелет грудных плавников не имеет базалий и состоит из костных радиалий, соединяющихся непосредственно с поясом, и костных лучей. Пояс передней пары состоит из мелких хондрального происхождения коракоидов и лопаток. К этим поясам (первичному поясу) присоединяются кожные кости вторичного пояса. Пояс задних конечностей лежит в толще мускулатуры и представлен непарной вытянутой пластинкой. Скелет брюшных плавников состоит только из кожных костных лучей.

6. Плавательный пузырь

Плавательный пузырь возникает как вырост спинной стороны пищеварительной трубки. У многих видов связь пузыря с пищеводом утрачивается (закрытопузырные рыбы), но у некоторых она сохраняется пожизненно (открытопузырные рыбы). Плавательный пузырь выполняет гидростатическую функцию, что обуславливается изменением объема газов в пузыре и ведет к изменению плотности тела рыбы. У открытопузырных рыб изменение объема пузыря достигается путем его сжатия или расширения при заглатывании воздуха, у закрытопузырных рыб — путем поглощения или выделения газов специальной сетью капилляров газовой железы («чудесного сплетения»). Газ, наполняющий плавательный пузырь, — азот. Появление плавательного пузыря обусловлено утяжелением тела рыб в связи с образованием костного скелета.

7. Пищеварительная система

Кости, окружающие ротовую полость, имеют многочисленные одновершинные конические зубы. Ротовая полость четко не отграничена от глотки, ведущей в короткий пищевод. Желудок разного размера и формы. Кишечник менее дифференцирован, чем у хрящевых рыб. Спиральный клапан отсутствует. В самом начале кишечника у многих видов есть слепые отростки (пилорические, от 3 до 200), которые увеличивают пищеварительную поверхность кишечника. Печень имеет несколько лопастей и снабжена желчным пузырем. Поджелудочная железа слабо выражена.

8. Дыхательная система

Костные рыбы — жабернодышащие. Межаберные перегородки отсутствуют: жаберные лепестки сидят непосредственно на жаберных дугах. Акт дыхания осуществляется благодаря движениям жаберных крышек и рта, нагнетающих воду в жаберные полости и выталкивающих ее наружу.

9. Кровеносная система

Брюшная аорта в начале имеет вздутие — артериальную луковицу. Внешне она похожа на артериальный конус хрящевых рыб, но состоит не из поперечно-полосатой, а гладкой мускулатуры и не способна к самостоятельному пульсированию. От брюшной аорты отходят 4 жаберные артерии. Для венозной системы характерна непрерывность правой кардинальной вены. Только левая кардинальная вена в почке образует воротную систему кровообращения.

10. Нервная система

Головной мозг по ряду признаков имеет более примитивное строение, чем у хрящевых рыб. Его размеры меньше (особенно передний мозг), крыша переднего мозга эпителиальная и не содержит нервного вещества. Впереди находятся обонятельные доли. Промежуточный, средний мозг и мозжечок относительно увеличены. 10 пар черепно-мозговых нервов.

Орган зрения имеет типичное для рыб строение — плоскую роговицу и круглый хрусталик. Фокусировка осуществляется хрусталиком. Зрение цветное. В сетчатке есть палочки и колбочки. Поэтому у костных рыб покровы ярко окрашены. Глубоководные рыбы, как и хрящевые рыбы, имеют только палочковое (неокрашенное) зрение.

Орган слуха — внутреннее ухо в виде перепончатого лабиринта и 3 полукружных каналов. В воспроизводстве звуков участвуют подвижные жаберные крышки, кости головы и движения плавников. Рыбы весьма «говорливы», издают различные звуки — цоканье, шепот, скрипы, щелчки, трели, стоны. Во внутреннем ухе располагается орган равновесия. Чувство равновесия обеспечивается полукружными каналами, наполненными жидкостью с твердыми включениями.

Орган обоняния — парные обонятельные мешки в передней верхней части головы. Полость каждого обонятельного

мешка сообщается с водной средой двумя отверстиями. Вода прогоняется через них, а в складках обонятельного мешка происходит химическая рецепция. С ротовой полостью обонятельный мешок не сообщается.

Орган вкуса — вкусовые почки в виде клеток, оплетенных нервными окончаниями. Они расположены не только в ротовой полости, но и во многих участках тела в наружном слое кожи.

Орган боковой линии — парные длинные каналы в коже по бокам тела рыбы. На дне этих каналов лежат чувствующие клетки, сообщающиеся с окружающей средой отверстиями в чешуе и костях головы. Органами боковой линии рыбы воспринимают волновые движения.

11. Выделительная система

Выделительная система — длинные парные лентовидные мезонефрические почки по бокам позвоночника над плавательным пузырем. По внутренним краям почек тянутся мочеточники, гомологичные вольфовым каналам. Перед выходом наружу мочеточники объединяются в непарный канал. У некоторых рыб имеется мочевой пузырь. Через почки выводится продукт азотистого обмена — мочевина, растворимая в воде. Основным конечным продуктом белкового обмена является аммиак (высоко токсичен). Благодаря растворимости аммиака в воде внепочечный путь выделения продуктов обмена возможен через жабры и кожу.

12. Половая система

Половая система отличается от хрящевых рыб. У самок нет мюллеровых каналов (яйцеводов), а у самцов семенники не связаны с почками, и вольфовы каналы выполняют роль только мочеточников. Парные семенники и яичники внутри имеют полость и особые каналы, открывающиеся на мочеполовом сосочке отдельно от мочевого отверстия. Икра мелкая, с тонкой студенистой оболочкой. Оплодотворение наружное.

13. Систематика

Надотряд Костистые Teleostei включает 30 отрядов, основными из которых являются отряды Сельдеобразные Clupeiformes, Лососеобразные Salmoniformes, Щукообразные Esociformes, Угреобразные Anguilliformes, Карпообразные Cypriniformes, Трескообразные Gadiformes, Окунеобразные Perciformes, Камбалообразные Pleuronectiformes.

Класс Земноводные Amphibia

План:

- 1) Общая характеристика Тетрапод Tetrapoda;
- 2) Общая характеристика класса Земноводные Amphibia;
- 3) Кожный покров;
- 4) Скелет;
- 5) Мышечная система;
- 6) Пищеварительная система;
- 7) Дыхательная система;
- 8) Кровеносная система;
- 9) Нервная система;
- 10) Выделительная система;
- 11) Половая система;
- 12) Развитие;
- 13) Значение;
- 14) Систематика.

1. Общая характеристика Тетрапод Tetrapoda

Класс Земноводные, или Амфибии Amphibia относится, как и классы Пресмыкающиеся, Птицы и Млекопитающие, к надклассу Наземные, или Четвероногие позвоночные Tetrapoda. Некоторые группы надкласса вторично стали частично или полностью водными животными. В отличие от рыб, они имеют легочное дыхание. Формируются хоаны — сквозные ноздри. Отсутствие этих органов имеет вторичный характер (безлегочные саламандры дышат кожей). Парные конечности — 5-палые (утрата конечностей также имеет вторичный характер — у змей). В кровеносной системе тетрапод 2 круга кровообращения в связи с наземным существованием и легочным дыханием. Наука о наземных, или четвероногих позвоночных — тетраподология.

2. Общая характеристика класса Земноводные Amphibia

Земноводные — немногочисленная группа, насчитывающая более 4,5 тыс. видов наиболее примитивных наземных

позвоночных. Их личинки развиваются в водной среде, а взрослые формы живут как в воде, так и на суше (отсюда название класса). Земноводные распространены повсеместно, но более многочисленны они в широтах с теплым влажным климатом. Внешний вид их весьма разнообразен: туловище может быть удлинненным (у хвостатых), укороченным и приплюснутым (у бесхвостых), червеобразным (у безногих). Голова с туловищем соединяется подвижно, хотя шейный отдел внешне не выражен. Наука о земноводных — батрахология.

3. Кожный покров

Кожа тонкая, голая, без чешуй, влажная, с большим количеством разных желез в эпидермисе. Выделения кожных желез обеспечивают постоянное присутствие на коже жидкой пленки, предохраняющей тело от иссушения и способствующей газообмену при кожном дыхании. Секрет некоторых желез обладает бактерицидными свойствами и препятствует проникновению через кожу патогенных микробов. Выделения ядовитых кожных желез защищают земноводных от хищников. Окраска кожных покровов земноводных обычно защитная (маскировочная), у некоторых ядовитых земноводных — яркая, предостерегающая. У жаб верхний слой эпидермиса ороговеет в связи с наземным образом жизни.

4. Скелет

Скелет состоит из черепа, позвоночника, костей конечностей и их поясов. *Мозговая коробка* в течение всей жизни остается хрящевой. Костей в черепе немного. Висцеральный отдел черепа также остается почти хрящевым. Наиболее развиты парные кости верхней и нижней челюсти. У лягушек на верхней челюсти есть зубы, а у жаб они отсутствуют. *Позвоночник* земноводных дифференцирован сильнее, чем у рыб, и подразделяется на шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой отделы. В шейном отделе 1 позвонок. Он соединяется с черепом посредством 2 сочленовных ямок на теле позвонка. Туловищный отдел содержит большое количество позвонков: от 7 (у бесхвостых) до 100 (у безногих). При этом у бесхвостых

ребер нет, а у безногих они короткие. Крестцовый позвонок 1, с длинными отростками, к которым причленяются подвздошные кости таза. Хвостовой отдел хорошо развит лишь у хвостатых, у безногих он мал, а у бесхвостых представлен одной костью — уростилем. Форма позвонков у разных представителей класса весьма изменчива: у низших земноводных (безногих, низших хвостатых) — амфицельные (между позвонками пожизненно сохраняется хорда), у бесхвостых — процельные (вогнутые спереди, выгнутые сзади), у высших хвостатых — опистоцельные (выгнутые спереди, вогнутые сзади). *Плечевой пояс* в связи с отсутствием ребер и грудной клетки лежит свободно в толще мускулатуры. Его верхняя часть представлена лопаткой, а нижняя — коракоидом. У бесхвостых также имеется тонкая палочковидная ключица. *Тазовый пояс* образован 3 парными костями: подвздошными, лобковыми и седалищными, которые, соединяясь своими концами, формируют вертлужную впадину. *Скелет парной 5-палой конечности* состоит из 3 отделов: плеча, предплечья (локтевой и лучевой кости) и кисти (запястья, пясти и фаланг пальцев). *Скелет задней конечности* состоит из 3 отделов: бедра, голени (большой и малой берцовой костей) и стопы (предплюсны, плюсны и фаланг пальцев). У бесхвостых в результате срастания костей предплечья и запястья, а также голени и предплюсны число костей конечностей уменьшается.

5. Мышечная система

По сравнению с рыбами, у земноводных развивается мощная и сложноорганизованная мускулатура на свободных конечностях. В связи со сложными движениями мускулатура тела более дифференцирована, а характерная для рыб ленто-видная сегментация (метамерия) нарушена. Например, у лягушек более 350 мышц.

6. Пищеварительная система

Пищеварительная система начинается широкой ротовой щелью, ведущей в обширную ротоглоточную полость. В нее открываются протоки слюнных желез, гортанная щель,

внутренние ноздри (хоаны) и отверстия евстахиевых труб, соединяющих глотку с полостью среднего уха. На дне ротоглоточной полости находится язык, имеющий собственную мускулатуру. У лягушек он прикреплен к передней части нижней челюсти и может выбрасываться изо рта свободным концом, который в спокойном состоянии обращен внутрь. У всех земноводных язык выделяет клейкое вещество и служит для ловли мелких насекомых. Зубы имеются не у всех видов. В проталкивании пищевого комка из ротоглоточной области в пищевод принимают участие глаза: сокращением мышц земноводные втягивают вглубь ротовой полости глазные яблоки, которые давят на пищу и продвигают ее в пищевод. Короткий пищевод впадает в слабо выраженный желудок. Собственно кишечник у земноводных длиннее, чем у рыб. Он подразделяется на тонкую, толстую и прямую кишки. В тонкую кишку поступает секрет поджелудочной железы и желчь, вырабатываемая печенью. Резкой границы между тонкой и толстой кишками у земноводных нет. Прямая кишка хорошо обособлена, она открывается в клоаку, в которую также впадают отверстия половых путей и проток мочевого пузыря.

7. Дыхательная система

Дыхание взрослых земноводных осуществляется при участии легких и кожи. Легкие — парные тонкостенные мешки с ячеистыми стенками. В связи с несовершенством легких значение кожного дыхания у земноводных очень велико (50 % кислорода поступает через кожу). Личинки земноводных дышат при помощи ветвистых наружных жабр, которые при переходе во взрослое состояние исчезают. Механизм легочного дыхания своеобразен: роль насоса выполняет ротоглоточная полость, дно которой то опускается (воздух при открытых ноздрях засасывается), то поднимается (воздух при закрытых ноздрях проталкивается в легкие).

8. Кровеносная система

Кровеносная система земноводных устроена сложнее, чем у рыб. В связи с воздушным дыханием земноводные имеют

2 круга кровообращения. Сердце 3-камерное, состоит из 2 предсердий и 1 желудочка. Предсердия сообщаются с желудочком одним общим отверстием. От желудочка отходит артериальный конус, несущий кровь в артериальные сосуды. К сердцу кровь поступает по венам, которые, расширяясь, образуют венозный синус, открывающийся в правое предсердие.

9. Нервная система

Нервная система земноводных по сравнению с рыбами имеет ряд прогрессивных черт. Так, головной мозг отличается увеличением переднего мозга, его разделением на полушария.

Органы зрения земноводных в связи с особенностями видения в воздушной среде имеют выпуклую роговицу, двояковыпуклый линзовидный хрусталик и подвижные веки, защищающие глаза от высыхания и загрязнения. Кроме верхнего и нижнего века у земноводных еще присутствует и третье веко, или мигательная перепонка, расположенная в переднем углу глаза.

Органы слуха земноводных устроены сложнее, чем у рыб. Имеется внутреннее и среднее ухо. Среднее ухо сообщается с глоткой каналом — евстахиевой трубой. От внешней среды оно отделено барабанной перепонкой.

Органы обоняния представлены парными обонятельными капсулами, сообщающимися с наружной средой через наружные ноздри. От обонятельных капсул отходят и внутренние ноздри (хоаны), которые открываются в ротоглоточную полость.

Органы боковой линии развиты у личинок всех земноводных. Во взрослом состоянии боковая линия сохраняется только у водных хвостатых земноводных и немногих водных бесхвостых земноводных. Чувствующие клетки боковой линии расположены в коже поверхностно, а не в углубленном канале как у рыб.

10. Выделительная система

Выделительная система земноводных представлена парой туловищных почек. От каждой из них отходит по одному

мочеточнику. Выводимая через них моча сначала попадает в клоаку, а оттуда в мочевой пузырь. При наполнении пузыря моча вновь попадает в клоаку, а из нее наружу. Основным продуктом белкового обмена у земноводных является мочеви́на, которая достаточно токсична и для выведения из организма требует большого количества воды, в которой она растворяется. Физиологически это оправдано, т.к. поглощение воды организмом у земноводных не встречает затруднений в связи с их полуводным образом жизни.

11. Половая система

Органы размножения земноводных устроены относительно просто. Парные семенники расположены близ почек. Их выносящие протоки проходят через верхний отдел почек и впадают в мочеточники (вольфовы каналы), по которым наружу выводятся моча и мужские половые продукты. Копулятивных органов у земноводных нет. У самок развиваются парные яичники. Созревшие яйца попадают в полость тела, откуда они поступают в воронкообразные начальные отделы парных яйцеводов — мюллеровых каналов. Проходя по трубам яйцеводов, икринки покрываются слизистой оболочкой. Яйцеводы открываются в клоаку. Самки бесхвостых земноводных выметывают икру в воду, где ее оплодотворяют самцы. У хвостатых земноводных возможно внутреннее оплодотворение яиц. Так, самец тритона откладывает на водные растения комочки семени в слизистом мешочке (сперматофоре). Самка, найдя сперматофор, захватывает его краями клоаки, освобождает от оболочки и втягивает внутрь.

12. Развитие

Развитие земноводных происходит с метаморфозом (превращением). Из икринок выходят личинки — головастики, которые являются настоящими водными животными: дыхание у них жаберное, кровеносная система сходна с таковой у рыб, имеются органы боковой линии. В воде они передвигаются за счет движения уплощенного хвоста, отороченного плавником. В процессе развития личинка претерпевает метаморфоз:

появляются парные конечности наземного типа, жаберное дыхание заменяется легочным, развиваются 2 круга кровообращения — большой и малый, у бесхвостых земноводных редуцируется хвост.

13. Значение

Участвуют в круговороте вещества и энергии в околоводных биоценозах. Уничтожают большое количество вредных насекомых (комаров). Лягушачьи лапки люди используют в пищу как деликатес. Лягушки — лабораторные животные.

14. Систематика

В классе Земноводные, или Амфибии Amphibia 3 отряда:

- 1) Хвостатые Caudata, или Urodela — около 400 видов;
- 2) Бесхвостые Anura, или Ecaudata — более 4 тыс. видов;
- 3) Безногие Apoda — 163 вида.

Класс Пресмыкающиеся Reptilia

План:

- 1) Общая характеристика класса;
- 2) Строение тела;
- 3) Кожный покров;
- 4) Скелет;
- 5) Мышечная система;
- 6) Пищеварительная система;
- 7) Дыхательная система;
- 8) Кровеносная система;
- 9) Нервная система;
- 10) Выделительная система;
- 11) Половая система;
- 12) Развитие;
- 13) Значение;
- 14) Систематика.

1. Общая характеристика класса

Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии Reptilia — довольно многочисленная (около 7 тыс. видов) группа позвоночных, ведущих, преимущественно, наземный образ жизни. Большинство пресмыкающихся обитает в экваториальных и тропических широтах, что связано с непостоянной температурой тела (пойкилотермные). Пресмыкающиеся входят в группу высших позвоночных (первично-наземных позвоночных, или позвоночных с зародышевыми оболочками, или Амниот Amniota), имеющих зародышевые оболочки, внутреннее оплодотворение, развивающихся без личиночной стадии. Кроме того, яйца пресмыкающихся имеют плотные яичевые оболочки, которые также обеспечивают возможность развития зародыша в воздушной среде. Дышат только легкими, механизм дыхания всасывательного типа при помощи грудной клетки. Тело покрыто кожей с ороговевшими щитками, лишенной желез. У пресмыкающихся прогрессивно изменяется скелет и мускулатура, обеспечивая движение по твердому субстрату и пищевую активность. Однако ряд особенностей пресмыкающихся свидетельствует о примитивности их организации:

пойкилотермия, низкий уровень обменных процессов, смешение артериальной и венозной крови в сердце. Наука о пресмыкающихся — герпетология.

2. Строение тела

Форма тела пресмыкающихся разнообразна, величина колеблется от нескольких см до 12 м. Окраска покровительственная. Тело пресмыкающихся подразделяется на голову, шею, туловище и хвост. Голова слегка сплющена сверху и заострена спереди. На голове — большой рот, по бокам головы — глаза с нижними и верхними веками. Кроме них в переднем углу глаза есть мигательная перепонка. Наружные ноздри открываются по бокам конца головы. Большие слуховые отверстия, затянутые барабанной перепонкой, располагаются с боков задней части головы. Голова соединена с короткой, но довольно подвижной шеей, которая переходит в удлиненное туловище, подвижное благодаря гибкости позвоночника и развитию мышечной системы. Конечности ящериц расположены по бокам туловища. Пальцы вооружены острыми роговыми когтями. Туловище постепенно переходит в длинный хвост, суживающийся к концу. У перехода туловища в хвост с брюшной стороны находится поперечное отверстие клоаки.

3. Кожный покров

Кожа пресмыкающихся, в отличие от земноводных, сухая, бедная железами (у черепах их вообще нет). Эпидермис ороговевший, поэтому тело пресмыкающихся покрыто чешуйками и щитками различной величины и формы. Ороговение покровов имеет важное приспособительное значение в связи с жизнью на суше, предохраняя тело от иссушения.

4. Скелет

В скелете выделяются череп и позвоночный столб. Общей особенностью *черепа* является почти полное окостенение первичного хрящевого черепа и развитие большого числа кожных костей, формирующих крышу, бока и дно черепа. Тела позвонков — процельные, у низших пресмыкающихся

(гаттерий) — амфицельные. *Позвоночный столб* состоит из 4 отделов: шейного, пояснично-грудного, крестцового и хвостового. В шейном отделе ящериц 8 позвонков, первый — атлант в виде кольца, разделенного связкой на верхнюю и нижнюю половины. Верхнее отверстие служит для соединения головного мозга со спинным, а в нижнее полукольцо заходит зубовидный отросток 2 шейного позвонка — эпистрофея. Вокруг него атлант вращается. Пояснично-грудной отдел ящериц составляет 22 позвонка. Все они несут ребра, но лишь от первых 5 позвонков ребра присоединяются к груди и образуют настоящую грудную клетку. Однако у некоторых пресмыкающихся (у змей) грудной клетки нет. Крестцовый отдел состоит из 2 позвонков, к поперечным отросткам которых причленяются кости таза. В хвостовом отделе несколько десятков позвонков. Тела всех хвостовых позвонков разделены тонкой неокостеневающей прослойкой на передние и задние отделы. При обламывании хвоста (аутомии, благодаря сокращениям мышц хвоста) разрыв происходит не между 2 позвонками, а посередине одного из них, в области неокостеневающей прослойки. *Плечевой пояс* представлен коракоидом, лопаткой, надлопаточным хрящом и ключицей. Коракоид связан с грудной, что обеспечивает большую прочность плечевого пояса. *Тазовый пояс* значительно прочнее, чем у земноводных. *Скелет передней и задней конечностей* имеет типичное для наземных позвоночных строение.

5. Мышечная система

Сильная расчлененность тела пресмыкающихся привела к сложной дифференцировке мышечной системы. Появляется межреберная мускулатура, играющая важную роль при дыхании.

6. Пищеварительная система

Пищеварительная система у пресмыкающихся более дифференцирована, чем у земноводных. Ротовая полость заметно отграничена от глотки. На дне ротовой полости находится подвижный мускулистый язык, способный далеко

выбрасываться. Форма языка разнообразна: у змей и ящериц он тонкий, раздвоенный на конце, у хамелеонов он расширен. Форма языка связана с характером пищи и способом ее добычи. Зубы свойственны большинству пресмыкающихся. Они сидят на верхних и нижних челюстях и прирастают к краям костей, только у крокодилов они сидят в альвеолах. Слюнные железы развиты сильнее, чем у амфибий. Хорошо выражен мускулистый желудок. Кишечник подразделяется на длинную тонкую и короткую толстую кишку. На их границе образуется зачаточная слепая кишка, развитая только у растительноядных сухопутных черепах. Протоки печени и поджелудочной железы открываются в начальный отдел тонкой кишки. Кишечник заканчивается клоакой.

7. Дыхательная система

Пресмыкающиеся дышат только легкими. Кожное дыхание отсутствует в связи с появлением рогового покрова. Легкие имеют мешковидную форму. От их стенок внутрь отходит сложная сеть перегородок, образующих множество мелких ячеек. Особенно сильно развиты ячейки у высших пресмыкающихся — черепах и крокодилов. Дыхание осуществляется за счет расширения или уменьшения объема грудной клетки в связи с движением ребер. Воздух всасывается в легкие и выталкивается из них через трахею, разветвляющуюся на 2 бронха. Частота дыхания меняется в зависимости от температуры внешней среды (увеличивается с возрастанием температуры).

8. Кровеносная система

Органы кровообращения пресмыкающихся соответствуют наземному образу жизни и связанному с ним легочному дыханию. Это выражается в более полном разделении артериального и венозного потоков, что обусловлено появлением новых приспособлений в сердце и артериальной системе. Сердце у большинства пресмыкающихся 3-камерное, однако перегородка в желудочке неполная. У крокодилов эта перегородка полная и сердце имеет 2 самостоятельных желудочка. В артериальной системе 3 сосуда, отходящих от разных частей желудочка.

9. Нервная система

Нервная система более развита, чем у земноводных. Полушария головного мозга крупнее, чем у амфибий, имеют кору из серого мозгового вещества. Хорошо развиты теменной орган (глаз), эпифиз и мозжечок. Продолговатый мозг образует в вертикальной плоскости изгиб, характерный для высших позвоночных.

Органы чувств пресмыкающихся соответствуют наземному образу жизни. Механические раздражения воспринимаются осязательными волосками на чешуйках. Органы обоняния дифференцированы на ряд отделов. У пресмыкающихся имеется яacobсонов орган — извитая слепо заканчивающаяся полость, отходящая от крыши рта. Он служит для восприятия запахов пищи, находящейся во рту. Кроме того, многие пресмыкающихся (ящерицы, змеи) ощупывают различные предметы при помощи далеко выдвигаемого языка. Втягивая язык в ротовую полость, они переносят мельчайшие частицы в рот, где их запахи и воспринимаются яacobсоновым органом. Орган слуха представлен внутренним и средним ухом. Глаза снабжены верхним и нижним подвижными веками. Нижнее веко развито сильнее и более подвижно. Также имеется третье веко — мигательная перепонка, закрывающая глаз из его переднего угла. У змей верхнее и нижнее веки сращены и прозрачны. Аккомодация глаза осуществляется за счет особой ресничной мышцы, передвигающей хрусталик и меняющей его форму. У некоторых змей на щитках верхней и нижней челюстей имеются ямки, способные воспринимать тепловое (инфракрасное) излучение от теплокровных животных — потенциальной добычи (различают температуру в 0,001 °C).

10. Выделительная система

Выделительная система представлена тазовыми почками. От них отходят мочеточники, впадающие в мочевой пузырь, открывающийся в клоаку. Конечным продуктом белкового обмена у пресмыкающихся является нетоксичная мочевая кислота.

11. Половая система

Половые железы лежат в полости тела по бокам позвоночника. По системе каналов половые продукты поступают в клоаку. У самцов разных видов по-разному устроен совокупительный орган. По сравнению с земноводными пресмыкающиеся откладывают более крупные яйца. Укрупнение яиц идет за счет обогащения их желтком. Большой запас питательных веществ в яйце обуславливает возможность прямого (без превращения) развития. Кроме того, в яйцах пресмыкающихся появляется ряд оболочек, возникающих за счет самого зародыша (амнион, аллантоис, сероза), и оболочек, продуцируемых соответствующими отделами яйцевода (волоknистая, известковая, белковая). Пресмыкающиеся, как птицы и млекопитающие, относятся к группе амниот (первично-наземных позвоночных).

12. Развитие

На ранних стадиях развития эмбрион погружается в желток. От головного отдела зародыша отходит вырост, который разрастается и образует замкнутый мешок (амнион). Его полость заполнена жидкостью. Аллантоис возникает как мешковидный вырост задней кишки. Он разрастается, приобретает вид большого пузыря и окружает амнион. Аллантоис выполняет 2 функции: органа дыхания и зародышевого мочевого пузыря. Сверху его покрывает серозная оболочка. Волокнистая оболочка покрывает яйца всех пресмыкающихся. Она предохраняет их от растекания, механических повреждений, высыхания и проникновения бактерий. У черепах и крокодилов желток окружает белковая оболочка и развивается скорлупа. Некоторым видам пресмыкающихся свойственно яйцеживорождение, при котором оплодотворенные яйца остаются в половых путях самки и проходят все стадии развития, а детеныши вылупляются из яиц сразу же после их откладывания. У немногих видов бывает живорождение, при котором эмбрион развивается в материнском организме за счет его питательных веществ.

13. Значение

Участвуют в круговороте вещества и энергии в различных биоценозах, преимущественно, тропических широт. Уничтожают большое количество вредных насекомых. Некоторых черепах (суповую) люди используют в пищу как деликатес. Змеиный яд широко используется в медицине для приготовления лекарственных препаратов.

14. Систематика

Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии *Reptilia* включает 4 отряда:

- 1) Клювоголовые *Rhynchocephalia* — 1 вид (гаттерия);
- 2) Чешуйчатые *Squamata* — 5,5 тыс. видов, с подотрядами: Ящерицы *Sauria* — 3 тыс. видов, Змеи *Serpentes*, или *Ophidia* — 2,5 тыс. видов;
- 3) Черепахи *Testudines*, или *Chelonia* — 250 видов;
- 4) Крокодилы *Crocodylia* — 22 вида.

Класс Птицы Aves

План:

- 1) Общая характеристика класса;
- 2) Строение тела;
- 3) Кожный покров;
- 4) Скелет;
- 5) Мышечная система;
- 6) Пищеварительная система;
- 7) Дыхательная система;
- 8) Кровеносная система;
- 9) Нервная система;
- 10) Выделительная система;
- 11) Половая система;
- 12) Значение;
- 13) Систематика.

1. Общая характеристика класса

Класс Птицы Aves — самый многочисленный класс наземных позвоночных, насчитывающий около 9 тыс. видов высших специализированных хордовых, приспособившихся к полету. Благодаря способности к полету птицы распространены по всему земному шару в разных местах. В филогенетическом отношении птицы близки к пресмыкающимся и представляют их эволюционно прогрессивную ветвь.

Подъем уровня организации птиц связан с:

- 1) высоким уровнем развития нервной системы: обладают приспособительным поведением;
- 2) развитой терморегуляцией: гомойотермные (теплокровные) животные (температура тела до 44 °С);
- 3) возможностью летать, не утрачивая при этом способности к передвижению по земле или воде;
- 4) совершенным размножением: откладкой и высиживанием яиц, выкармливанием потомства.

Наука о птицах — орнитология.

2. Строение тела

Масса тела варьирует от 1,5 г (колибри-шмель) до 150 кг (африканский страус). Форма тела разная, но облик и строение сходны. Снаружи покрыты перьями. Голова маленькая и легкая: клюв, глаза, слуховые отверстия. Клюв покрыт роговым чехлом — рамфотекой (надклювье и подклювье). У основания клюва у некоторых птиц имеется голый участок кожи — восковица, выполняющая осязательную функцию. Ноздри. Глаза имеют верхнее и нижнее веки, мигательную перепонку. Шея как правило очень подвижная и длинная. Тело плотное обтекаемое. Передние конечности видоизменены в крылья. Хвост слабо развит.

3. Кожный покров

Кожа птиц покрыта перьями. Перья — роговые производные эпидермиса. Различают по строению и функциям. Контурные перья: стержень (ствол, очин), опахало (бородки первого порядка, на них — бородки второго порядка с крючочками). Маховые (первостепенные, второстепенные, третьестепенные), рулевые, кроющие крыла, надхвостье, подхвостье. Пуховые перья имеют короткий стержень, нет бородок второго порядка. Пух имеет очень короткий стержень. Нитевидные перья без бородок. Количество перьев на теле птицы варьирует от 100 (колибри) до 25 тыс. (лебедь). Зимой перьев в 1,5–2 раза больше, чем летом. Смена оперения — линька. Хищные птицы линяют постепенно, не утрачивая способности к полету, остальные — линяют быстро, некоторое время плохо летая или не летая вовсе. Птерилии — участки кожи с перьями, аптерии — участки кожи без перьев. Кожные железы отсутствуют, у некоторых есть копчиковая железа (особенно у водных).

4. Скелет

Строение скелета связано с полетом и передвижением по земле на 2 задних конечностях. Легкость — за счет пневматичности костей, прочность — за счет срастания многих костей.

Череп — большая тонкостенная мозговая коробка, огромные глазницы, беззубые челюсти. Позвонки — гетероцельные, имеют седловидные сочленовные поверхности. *Позвоночник* состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Шейный отдел — длинный, подвижный — 11–25 позвонков (атлант, эпистрофей). Грудные позвонки (3–10) сращены между собой и со сложным крестцом. Они несут ребра, образующие грудину. Ребро имеет спинной и грудной отделы под углом друг к другу, обеспечивающие подвижность, меняющую объем грудной клетки при дыхании. У летающих птиц грудина несет киль с мышцами. Поясничные позвонки (10–20) срастаются между собой, с подвздошными костями и крестцовыми позвонками. С крестцовыми позвонками (2) срастается часть хвостовых. В итоге формируется характерный для птиц сложный крестец — опора на задние конечности. Хвостовой отдел (6–9) заканчивается копчиком, к нему крепятся рулевые перья. *Передние конечности* состоят из пояса передних конечностей и скелета крыла. Пояс передних конечностей — лопатка, коракоид, ключица. Лопатка длинная, лежит на ребрах, скользит по ним. Коракоид одним концом упирается в грудину, другим срастается с лопаткой и ключицей, образуя место причленения плеча. Левая и правая ключицы срастаются, образуя вилочку, придающую упругость поясу передних конечностей. Скелет крыла — типичная пятипалая конечность с плечом, предплечьем, запястьем редуцировано. Пясть состоит из сросшихся костей. Сохраняются 3 пальца — 2, 3 и 4-й. *Задние конечности* представлены поясом и скелетом задних конечностей. Прочность таза связана со срастанием подвздошных костей с крестцом. С подвздошными костями срастаются и седалищные кости. Лобковые кости малы, присоединяются к наружному краю седалищных костей. Бедро имеет типичное строение. Голень состоит из большой берцовой кости и приросшей к ней малой берцовой кости. К голени прирастает передний ряд косточек предплюсны. Плюсна (цевка) представлена одной длинной костью, сросшейся с предплюсной. 4, 3, 2 пальца (у страуса): 1-й палец — задний, 2-й — внутренний, 3-й — передний, 4-й — внешний.

5. Мышечная система

Мышечная система сильно развита в связи с полетом. У птиц огромное количество мышц на брюшной стороне туловища, к конечностям подходят сухожилия. Самые развитые — грудные мышцы, крепятся к груди и составляют до 20 % массы тела — опускают крыло. Подключичные мышцы поднимают крыло. Скорость полета — до 350 км/ч (сапсан).

6. Пищеварительная система

Клюв без зубов ограничивает ротовую полость. Язык имеет разную форму и длину в зависимости от способа питания. Слюнные железы развиты по-разному. Пищевод у некоторых птиц образует зоб. Желудок состоит из 2 отделов: тонкостенного железистого желудка и мускульного желудка с гастролитами. Тонкая кишка с протоками поджелудочной железы и печени. Прямая кишка открывается в клоаку.

7. Дыхательная система

Дыхательная система наиболее приспособлена к полету. Легкие — губчатые тела на спинной стенке грудной клетки. Бронхи, войдя в легкие, разветвляются и впадают в воздушные мешки — тонкостенные образования, объем которых во много превышает объем легких, находятся между внутренними органами. У птиц двойное дыхание: на вдохе воздух проходит из трахеи через бронхи в легкие (газообмен), оттуда в воздушные мешки, на выдохе — в обратном порядке с вторичным газообменом в легких (максимальное насыщение крови кислородом — важно в полете). Частота дыхания различна (у мелких птиц чаще): сизый голубь — в покое 26, при ходьбе 77, в полете 400.

8. Кровеносная система

Артериальная и венозная кровь не смешивается. Сердце 4-камерное с 2 предсердиями и 2 желудочками. 2 круга кровообращения. Для птиц характерна быстрая циркуляция крови и энергичный газообмен, поддерживающие постоянно высокую

температуру тела (в среднем 42 °С, у мелких птиц выше). Частота сердечных сокращений зависит от размера птицы: в покое у голубя — 248, у щегла — 754, у московки — 1037 ударов в минуту. В полете в 4 раза больше. Прогрессивная черта — общее увеличение объема крови: у рыб — 3 % массы тела, у земноводных — 6 %, у птиц — 9 %.

9. Нервная система

Нервная система сложно устроена в связи с высоким уровнем жизнедеятельности. Головной мозг крупный, с развитыми полушариями переднего мозга и мозжечком, координирующим сложные движения в полете. Обонятельные доли малы — слабо развито обоняние. Промежуточный мозг слабо развит.

Органы чувств. Хорошо развиты органы зрения и слуха. Зрение у многих птиц монокулярное: поле зрения каждого глаза около 150°, бинокулярное составляет 30–50° (у всех сов — бинокулярное). Глазные яблоки большие, особенно у ночных (сов). У птиц острое зрение: центр зрачка у хищных птиц имеет 12-кратное увеличение. У всех птиц цветное зрение: различают не только основные цвета, но и тона и оттенки. Орган слуха представлен внутренним и средним ухом, очень развит у ночных (сов), охотящихся на слух. У некоторых птиц (саланганы, пингвины) развита способность к эхолокации.

10. Выделительная система

Выделительная система представлена тазовыми почками, мочеточником и клоакой. Почки большего размера, нежели у рептилий и млекопитающих, связаны с повышенным обменом веществ. В почках огромное число нефронов. Мочевого пузыря нет — полужидкие продукты выделения. Конечным продуктом белкового обмена является мочевая кислота (как у рептилий), связанная: 1) с наземностью развития яйца — нет доступа к воде из внешней среды; 2) резервацией продуктов обмена в яйце. Мочевая кислота менее токсична, чем мочевины и сохраняется в яйце весь период инкубации. При мочевином обмене необходим большой расход воды при мочеотделении.

Моча проходит очень быстро в связи с плохой растворимостью мочевой кислоты и возможностью закупорки солями проводящих путей. Поэтому у птиц нет мочевого пузыря. Потеря воды при мочеиспускании невелика, т. к. в клоаке вода обратно всасывается из мочи в организм. Поэтому птицам не нужно пить воду (хищные птицы вообще не пьют). К тому же у птиц отсутствует кожное испарение.

11. Половая система

Органы размножения птиц — семенники и яичники с протоками. Семенники — 2 бобовидных тела над почками. Весной резко увеличиваются в размерах (у скворца в 1,5 тыс. раз). К краям семенников присоединяются придатки, от которых отходят семяпроводы, открывающиеся в клоаку. У некоторых видов (гуси, страусы) есть копулятивный орган — пенис в виде выпячивания клоаки. У некоторых он рудиментарен (цапли, аисты, дрофы). Оплодотворение происходит путем сближения клоак. У самок развит 1 (левый) яичник и яйцевод в связи с откладкой крупных яиц с жесткой скорлупой. Яичник — зернистое тело неправильной формы в виде виноградной грозди у левой почки. Вышедшее из яичника яйцо проходит через непарный яйцевод, где покрывается белковой оболочкой и попадает в широкую матку, где покрывается известковой оболочкой (скорлупой). Далее яйцо проходит через влагалище и клоаку. Всего по яйцеводу яйцо проходит у курицы за сутки, у голубя — за 41 час. *Яйца* относительно крупные — 0,31500 г. Основная их часть — желток и белок. Желток — запас питательных веществ и воды, идущих на построение тела эмбриона. Эмбрион развивается из зародышевого диска на одном из полюсов желтка (анимальном). Зародышевый диск — ядро и цитоплазма. От белка желток отделен тонкой желтковой оболочкой. Белок предохраняет желток от механических повреждений и служит источником воды для эмбриона. Снаружи белок покрыт двумя тонкими пергаментообразными белковыми подскорлуповыми оболочками, которые расходятся на тупом конце, образуя воздушную камеру, за счет которой происходит изменение объема яйца при разной температуре. Желток как бы подвешен в белке

на халазах (канатиках) от тупого и острого концов. Скорлупа на 89–97 % состоит из карбоната кальция, защищает яйцо от механических повреждений. Скорлупа пронизана порами, через которые происходит газообмен. Скорлупа покрыта тонкой кутикулярной пленкой, предохраняющей яйцо от проникновения бактерий.

12. Значение

Птицы участвуют в круговороте вещества и энергии в различных биоценозах. Уничтожают большое количество вредных насекомых. Ряд видов, питаясь нектаром, опыляет растения, питаясь плодами, способствует их распространению. Некоторых птиц человек одомашнил, целенаправленно разводит и использует в пищу, в декоративных целях.

13. Систематика

Класс Птицы *Aves* включает 3 надотряда:

- 1) Пингвины *Impennes*;
 - 2) Бескилевые, или Страусовые *Ratitae*;
 - 3) Килегрудые *Carinatae*, или Типичные птицы *Neognathae*.
- Всего 35–40 современных отрядов.

Класс Млекопитающие Mammalia

План:

- 1) Общая характеристика класса;
- 2) Кожный покров;
- 3) Скелет;
- 4) Мышечная система;
- 5) Пищеварительная система;
- 6) Дыхательная система;
- 7) Кровеносная система;
- 8) Нервная система;
- 9) Выделительная система;
- 10) Половая система;
- 11) Значение;
- 12) Систематика.

1. Общая характеристика класса

Класс Млекопитающие Mammalia, или Звери Theria — наиболее высокоорганизованный класс позвоночных животных, насчитывающий более 4 тыс. видов. Размеры варьируют от 3,5 см (карликовая белозубка) до 33 м (синий кит), масса — от 1,5 г до 120 т.

Прогрессивные черты млекопитающих:

1) высокий уровень развития ЦНС, особенно коры полушарий переднего мозга (центра ВНД);

2) живорождение и выкармливание детенышей материнским молоком, что позволяет млекопитающим размножаться при разнообразных внешних условиях;

3) высокоразвитая способность к терморегуляции, обусловившая постоянно высокую температуру тела.

Млекопитающие населяют разнообразные среды: выделяют наземные, летающие, полуводные, водные, почвенные обитатели. Наука о млекопитающих — териология, или маммалиология.

2. Кожный покров

Кожный покров представлен эпидермисом и кутисом. *Эпидермис* из 2 слоев: глубокого (росткового) с цилиндрическими

живыми клетками и рогового из плоских клеток (ороговение и отмирание). Эпидермис дает начало многим производным кожи — волосам, ногтям, когтям, копытам, рогам, чешуям и железам. Шерстяной покров, а у водных (китов, тюленей) и подкожный слой жира предохраняют тело от излишней потери тепла. Волосяной покров состоит из различных волос: пуховых, остевых, чувствующих (выбрисс). Волос состоит из ствола, выступающего над кожей, и корня, сидящего в коже. В нижней части корень расширяется и заканчивается колбообразным вздутием — луковицей волоса. Формирование и нарастание волос идет за счет развития и видоизменения клеток луковицы. Ствол волоса является мертвым роговым образованием, неспособным к росту и изменению формы. Волосяной покров периодически меняется за счет весенней и осенней (белка, лисица, песец, крот) или только весенней (суслики) линьки. Щетина и иглы представляют собой видоизменения волос. Чешуя зверей по строению сходна с чешуей рептилий. Концевые фаланги пальцев несут роговые придатки в виде ногтей, когтей и копыт. У лазающих зверей пальцы имеют острые загнутые когти; у роющих в земле норы когти уплощены и расширены; быстро бегающие крупные млекопитающие имеют копыта. Роговыми образованиями также являются полые рога быков, антилоп, козлов и баранов. Они развиваются из эпидермиса и сидят на костных стержнях. Рога оленей развиваются из кутиса и состоят из костного вещества. *Кутис* хорошо развит, состоит из волокнистой соединительной ткани. В верхней части кутиса ветвятся кровеносные сосуды, лежат основания волосных сумок, потовых желез. Нижняя часть кутиса состоит из рыхлой волокнистой ткани, в которой откладывается жир. Это подкожная жировая клетчатка. В коже много различных *желез*: потовых, сальных, пахучих, млечных. Потовые железы выделяют пот, состоящий из воды, в которой растворены мочевины и соли. Они поступают из кровеносных сосудов. Функция потовых желез — охлаждение тела путем испарения выделяемой ими на поверхность кожи воды и выделение продуктов обмена. Сальные железы открываются в волосную сумку. Их жирный секрет смазывает волосы и поверхностный слой эпидермиса, предохраняя их от смачивания и снашивания. Пахучие железы — видоизмененные потовые

или сальные железы, служат для защиты от врагов и привлечения полового партнера в брачный период. Млечные железы возникли в результате видоизменения потовых желез. Их протоки открываются на сосках (от 2 до 24).

3. Скелет

Скелет млекопитающих представлен черепом, позвоночником, поясами конечностей и скелетом свободных конечностей. *Череп* имеет относительно крупную мозговую коробку, что связано с размерами головного мозга. Число отдельных костей в черепе млекопитающих меньше, чем у ниже стоящих групп позвоночных. Это обусловлено срастанием ряда костей между собой. Швы между отдельными костями срастаются довольно поздно, что обеспечивает возможность увеличения объема головного мозга по мере роста животного. *Позвоночник* состоит из платицельных позвонков с плоскими сочленовными поверхностями. Между ними находятся хрящевые диски — межпозвонковые диски. В позвоночнике 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой. В шейном отделе 7 позвонков, длина шеи млекопитающих определяется не числом шейных позвонков, а длиной их тел. Грудной отдел состоит из 12–15 позвонков. Обычно к первым 7 позвонкам прилегают ребра, соединенные с грудиной. Это истинные ребра. Остальные грудные позвонки несут ребра, не достигающие до грудины. Это ложные ребра. Грудина — костная пластинка, заканчивающаяся удлинённым хрящом — мечевидным отростком. В поясничном отделе от 2 до 9 позвонков. Это самые крупные позвонки. Крестцовый отдел состоит из 4 сросшихся позвонков. *Пояс передних конечностей* (плечевой пояс) устроен просто. Основная его часть — лопатка, к которой прирастает рудиментарный коракоид. Ключицы имеются у млекопитающих, передние конечности которых совершают разные сложные движения (у обезьян). У зверей, перемещающих передние конечности в плоскости, параллельной оси тела, ключицы рудиментарны или отсутствуют (у копытных). *Пояс задних конечностей* (тазовый пояс) состоит из 3 типичных для наземных позвоночных парных костей: подвздошных, седалищных, лобковых. У многих видов эти кости срастаются в одну

безымянную кость. Скелет парных конечностей сохраняет все основные черты строения типичной пятипалой конечности.

4. Мышечная система

Мышечная система сильно дифференцирована и характеризуется присутствием большого числа (несколько сотен) разнообразных мышц и наличием куполообразной мышцы — диафрагмы, отграничивающей грудную полость от брюшной.

5. Пищеварительная система

Органы пищеварения млекопитающих отличаются сложностью: пищеварительный тракт удлинён, более дифференцирован, более развиты пищеварительные железы. В ротовую полость открываются протоки слюнных желез. На челюстях находятся зубы, которые сидят в ячейках челюстных костей (альвеолах). Зубы дифференцированы на клыки, резцы, предкоренные (ложные коренные) и собственно коренные. Структура и форма зубов связана с характером пищи. Резцы долотообразной формы, клыки — конические. Коренные зубы у хищников уплощены с боков, остробугорчатые, у растительных форм имеют уплощенную поверхность со складками эмали различной конфигурации или с тупыми бугорками, что облегчает перетирание пищи. Между ветвями нижней челюсти находится мускулистый язык. Позади ротовой полости располагается глотка. На ее нижней поверхности находится щель, ведущая в гортань. Глотка переходит в хорошо выраженный пищевод, который открывается в желудок. В стенках желудка — железы, вырабатывающие желудочный сок. У большинства млекопитающих желудок однокамерный. Но у некоторых (жвачных) — многокамерный желудок из 4 отделов: рубца, сетки, книжки и сычуга. В рубец попадет смоченная слюной, но слабо пережеванная пища, которая набухает, размягчается и сбивается под влиянием бесчисленных бактерий. Из рубца пищевая масса поступает в сетку. Оттуда путем отрывивания попадает снова в рот, где размельчается зубами и обильно смачивается слюной. Получившаяся масса заглатывается повторно и попадает в книжку, где происходит ее дополнительная

обработка и частичное обезвоживание. Из книжки пища переходит в сычуг, где она окончательно переваривается. Кишечник подразделяется на тонкий, толстый и прямой отделы. На границе тонкого и толстого отделов находится слепая кишка. Хорошо развиты печень и поджелудочная железа.

6. Дыхательная система

Основной орган дыхания — легкие. Лишь 1 % кислорода поступает через кожные покровы. Для млекопитающих характерно усложнение верхней гортани, образующей голосовой аппарат. Трахеи и бронхи хорошо развиты. Самые мелкие разветвления — бронхиолы — заканчиваются пузырьками — альвеолами, имеющими ячеистое строение. В них ветвятся кровеносные сосуды. В связи с появлением альвеол образуется большая поверхность для газообмена.

7. Кровеносная система

Кровеносная система представлена 2 кругами кровообращения: большим и малым. Сердце 4-камерное. Его величина зависит от интенсивности обмена веществ. Общее количество крови у млекопитающих больше, чем у нижестоящих групп позвоночных.

8. Нервная система

Нервная система хорошо развита. Головной мозг крупный. Увеличение его объема связано с разрастанием коры полушарий переднего мозга и мозжечка. Кора больших полушарий покрыта многочисленными бороздами и извилинами, увеличивающими ее площадь. Мозжечок дифференцирован на несколько отделов, что связано с очень сложным характером движений млекопитающих. Хорошо развиты органы осязания, обоняния, зрения и слуха.

9. Выделительная система

Выделительная система представлена тазовыми почками бобовидной формы, лежащими в полости тела в поясничной

области. Почка состоит из 2 слоев: поверхностного коркового и внутреннего мозгового. Извлечение из крови излишка воды и продуктов распада происходит в боуменовых капсулах, внутрь которых входят клубочки капилляров. Из боуменовых капсул продукты выделения по извитым канальцам в корковом слое выводятся в полость почки — почечную лоханку, а оттуда по мочеточникам в мочевой пузырь и наружу. Конечным продуктом белкового обмена у млекопитающих является мочеви́на (как у амфибий).

10. Половая система

Все млекопитающие — раздельнополюе. Органы размножения самцов начинаются парными семенниками. Производимая ими сперма выводится из организма по семяпроводам через копулятивный орган. Семенные пузырьки и предстательная железа выделяют секрет, образующий жидкую часть спермы и активизирующий сперматозоиды. Органы размножения самок объединяют парные яичники, яйцеводы с фаллопиевыми трубами, матку и влагалище. Оплодотворение внутреннее. Большинство видов живородящие. Только примитивные яйцекладущие откладывают яйца. У сумчатых детеныши рождаются недоразвитыми, дальнейший их рост и развитие происходит в сумке матери. У остальных млекопитающих эмбрион получает питательные вещества и кислород от материнского организма через детское место — плаценту. Она формируется из оболочек зародыша и слизистой матки. В ней кровеносные сосуды детского и материнского организмов сплетаются, но не срастаются. В результате этого устанавливается связь между кровяными руслами эмбриона и материнского организма.

11. Значение

Млекопитающие участвуют в круговороте вещества и энергии в различных биоценозах. Уничтожают большое количество вредных насекомых. Ряд видов рукокрылых, питаясь нектаром, опыляет растения, питаясь плодами, способствует их распространению. Многие мышевидные грызуны являются сельскохозяйственными вредителями и переносчиками ряда

опасных инфекционных заболеваний. Многих млекопитающих издавна использовал в своих нуждах человек — для получения пищи, технического и лекарственного сырья, в качестве биологических врагов сельскохозяйственных вредителей, для транспортных, сторожевых, эстетических, учебных и исследовательских целей.

12. Систематика

Класс Млекопитающие Mammalia включает 2 подкласса:

1) Первозвери Prototheria с отрядом Однопроходные Monotremata;

2) Настоящие звери Theria с инфраклассом Низшие звери Metatheria с отрядом Сумчатые Marsupialia и инфраклассом Высшие звери Eutheria, или Плацентарные Placentalia.

Всего 17–18 современных отрядов.

ФИЛОГЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

План:

- 1) Филогения одноклеточных и многоклеточных;
- 2) Филогения первичноротых;
- 3) Филогения вторичноротых.

1. Филогения одноклеточных и многоклеточных

Схему филогенетического развития животных можно представить в виде дерева.

Каждый таксон обладает как древними признаками (плезиоморфными, общими с предками), так и новыми особенностями (апоморфными признаками).

Одноклеточные Protozoa находятся в основании филогенетического «дерева». Они не всегда состоят только из одной клетки и строение их не слишком простое. Примером сложного строения могут быть незеленые колонии жгутиконосцев.

Подцарство Многоклеточные Metazoa — это более высокий уровень организации. У каждого организма многоклеточных существует разделение функций между специализированными клетками или органами.

Низшие многоклеточные представлены пластинчатыми животными Placozoa — трехслойными весьма примитивными организмами (надраздел Phagocytellozoa), а также губками и археоциатами — животными, не имеющими настоящих тканей и нервной системы (надраздел Parazoa). Низшие многоклеточные произошли от гипотетического предка — фагоцителлы. Об этом говорят их ранние стадии развития

Надраздел Настоящие многоклеточные Eumetazoa. Раздел Radiata (Diploblastica) — кишечнополостные и гребневики. Радиальная симметрия. У них два слоя клеток: эктодерма и энтодерма. Мы наблюдаем здесь переход от плавания (Stenophora) к сидячему образу жизни (Coelenterata). Тело состоит из оформленных тканей, органов. Есть нервные и чувствительные клетки.

Остальные многоклеточные объединены в раздел Bilateria или Triblastica (трехслойные). У них впервые появляется выделительная система, обособляется головной отдел с ганглиями и органами чувств. Из эктодермы образуется эпидермис и его производные, большая часть нервной системы. Из мезодермы возникает соединительная ткань и большая часть скелета, мышцы и сосудистая система, выстилка целомических полостей. Из энтодермы формируется выстилка внутренней поверхности большей части пищеварительного тракта и связанных с ним органов, органы дыхания. И Radiata и Bilateria произошли независимо от фагоцителлоподобного предка.

Низшие двустороннесимметричные — плоские и круглые черви, немуртины и скребни составляют ярус нецеломических животных — Acoelomata. Для них характерны: централизация нервной системы, особая выделительная система (протонефридии), дифференцировка мезодермы при развитии. Промежутки между органами заняты паренхимой — плоские черви, немуртины и некоторые круглые черви — или первичной полостью тела (круглые черви, скребни), образующейся за счет разрушения паренхимы.

Верхний ярус филогенетического древа составляют Вторичнополостные животные Coelomata. Большинство целомических — сегментированные животные с метамерно расположенным целомом. Основная черта, определяющая высокую организацию Coelomata — возникновение вторичной полости тела. Развивается кровеносная система, протонефридии превращаются в метанефридии, формируются целомодукты. Целомодукты — каналы, соединяющие целом с внешней средой.

Coelomata распадаются на 2 большие группы — Первичноротые Protostomia и Вторичноротые Deuterostomia. У вторичноротых на месте первичного рта гастролы (бластопора) зародыша образуется заднепроходное отверстие взрослого животного, а рот закладывается позднее и независимо от первичного рта.

Вторично- и первичноротые отличаются также характером образования целома. У первичноротых, как правило,

незамкнутая кровеносная система и «лестничный» тип строения центральной нервной системы, а у вторичноротых кровеносная система в большинстве случаев замкнутая; центральная нервная система другого строения, при этом в отдельных местах часто образуются крупные скопления нервных клеток.

У первичноротых формировался наружный скелет. У вторичноротых более продвинутые группы имеют внутренний скелет.

2. Филогения первичноротых

Типы членистоногие и моллюски берут начало от предков, близких кольчатым червям. В обеих группах кровеносная система приобретает сердце, специализированные органы дыхания. В нервной системе происходит концентрация ганглиев и увеличение относительных размеров мозга. Сильно развиты органы чувств.

О родстве членистоногих и кольчатых червей свидетельствуют данные эмбриологии, сходство строения (наличие сегментации, брюшной нервной цепочки), наличие животных с переходными признаками (тип *Onychophora*, представитель — перипатус).

Основные этапы становления членистоногих:

1. Превращение тонкой кутикулы в жесткий наружный скелет.
2. Замена гомономной сегментации гетерономной.
3. Распад кожно-мышечного мешка на отдельные мышцы.
4. Появление смешанной полости тела (миксоцель).
5. Превращение пароподий в членистые конечности.
6. Превращение передних туловищных сегментов в головные, а их конечностей — в ротовые органы.
7. Обособление сердца.
8. Развитие сложных глаз.

Самые древние членистоногие существовали не менее 500 млн лет назад и тогда уже обособились две основные ветви и 4 подтипа: Бесчелюстные (Хелицеровые и Трилобитообразные) и Челюстные (Жабродышащие и Трахейнодышащие).

3. Филогения вторичноротых

Ко вторичноротым принадлежат Иглокожие, Полухордовые, Хордовые, Щупальцевые, Погонофоры и Щетинкочелюстные.

Среди вторичноротых иглокожие и полухордовые в отношении сложности организации стоят на уровне кольчатых червей. Это же можно сказать о щупальцевых, погонофорах и щетинкочелюстных; каждый тип занимает среди целомических животных особое положение. Вероятно, они берут начало от неизвестных общих предков Coelomata.

Первые иглокожие были, вероятно, малоподвижными билатеральными животными с горизонтальной главной осью тела, прямым кишечником, кожным скелетом из отдельных пластинок. Еще в докембрии предковая группа иглокожих разделилась на две, соответствующие подтипам (Стебельчатые *Pelmatozoa* и Свободноживущие *Eleutherozoa*).

Неподвижные иглокожие специализировались на сестрофагии. Рот и анальное отверстие переместились на верхнюю поверхность тела. Эти особенности появились у самых древних, вымерших классах этого подтипа.

Подвижные иглокожие специализировались на добывании пищи со дна. У большинства рот находится с нижней стороны, а анальное отверстие сверху. Амбулакральная система служит для передвижения. Дальнейшая эволюция шла по пути усиления специализации питания (хищники, фитофаги, детритофаги) и развития радиальной симметрии, охватившей большинство систем органов.

У хордовых животных нервная система централизована и высоко дифференцирована, развиты органы слуха, кровеносная система высокоэффективна, строго специализирована дыхательная система. У высших представителей — постоянная температура тела.

В трех независимых филогенетических стволах животные достигают высокого уровня организации. Это моллюски, членистоногие и хордовые.

Усовершенствование в ходе эволюции нервной системы является одной из важнейших зоологических закономерностей.

Литература

1. Вестхайде В., Ригер Р. Зоология беспозвоночных. — М.: КМК, 2008. — Т. 1-2: — 734 с.
2. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. — М.: Высшая школа, 1981. — 606 с.
3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных. — М.: Ленанд, 2017. — 620 с.
4. Захваткин Ю. А. Курс общей энтомологии. — М.: Колос, 2010. — 376 с.
5. Ильюх М. П. Зоология позвоночных: Мультимедийный курс лекций. — Ставрополь: СГУ, 2012. — Оптический CD-диск.
6. Ильюх М. П. Полевая практика по зоологии позвоночных в городе Ставрополе и его окрестностях: Учебное пособие. — Ставрополь: СКФУ, 2018. — 280 с.
7. Ильюх М. П., Котти Б. К., Пушкин С. В., Зуев Р. В. Зоология: Учебно-методическое пособие. — Ставрополь: СКФУ, 2018. — 100 с.
8. Ильюх М. П., Котти Б. К., Пушкин С. В., Хохлов А. Н. Учебная практика по зоологии: Учебное пособие. — Ставрополь: СКФУ, 2016. — 108 с.
9. Константинов В. М., Наумов С. П., Шаталова С. П. Зоология позвоночных. — М.: Академия, 2007. — 496 с.
10. Котти Б. К. Зоология беспозвоночных: Мультимедийный курс лекций. — Ставрополь: СГУ, 2011. — Оптический CD-диск.
11. Котти Б. К., Ильюх М. П., Пушкин С. В., Зуев Р. В. Курсовые работы по зоологии: Учебно-методическое пособие. — Ставрополь: СКФУ, 2017. — 54 с.
12. Красная книга Российской Федерации. Животные. — М.: АСТ, Астрель, 2001. — 862 с.
13. Красная книга Ставропольского края. Т. 2. Животные. — Ставрополь: Астериск, 2013. — 256 с.
14. Лопатин И. К., Мелешко Ж. Е. Зоология беспозвоночных. — Минск: БГУ, 2009. — 247 с.
15. Международный кодекс зоологической номенклатуры. — С.-Пб.: Наука, 2004. — 228 с.

16. Рупперт Э. Э., Фокс Р. С., Барнс Р. Д. Зоология беспозвоночных. — М.: Академия, 2008. — Т. 1-4. — 1808 с.
17. Тертышников М. Ф., Лиховид А. А., Горовая В. И., Харченко Л. Н. Позвоночные животные Ставрополя (история формирования и современное состояние фауны и населения). — Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2002. — 224 с.
18. Хаусман К., Хюльсман Н., Радек Р. Протистология. — М.: КМК, 2010. — 300 с.
19. Хохлов А. Н. Животный мир Ставрополя. — Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2000. — 200 с.
20. Хохлов А. Н., Ильях М. П. Позвоночные животные Ставрополя и их охрана. — Ставрополь: СГУ, 1997. — 103 с.
21. Хохлов А. Н., Ильях М. П. Систематика позвоночных животных. — Ставрополь: СГУ, 1997. — 42 с.
22. Хохлов А. Н., Ильях М. П. Систематический указатель позвоночных животных Ставропольского края. — Ставрополь: СГУ, 1998. — 36 с.
23. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных. — М.: Владос, 2004. — 592 с.

Об авторах



Ильюх Михаил Павлович — доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и биоразнообразия института живых систем Северо-Кавказского федерального университета. Автор более 570 публикаций по орнитологии, экологии и охране природы, в том числе 30 монографий и 30 учебно-методических работ.



Когти Борис Константинович — доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и биоразнообразия института живых систем Северо-Кавказского федерального университета. Автор более 100 научных публикаций по географии и экологии животных, в том числе 3 монографий, и 20 учебно-методических изданий.

Учебное издание

**Илюх Михаил Павлович
Котти Борис Константинович**

Зоология

Курс лекций

Ответственный редактор *С. Краснова*
Верстальщик *А. Тельная*

Издательство «Директ-Медиа»
117342, Москва, ул. Обручева, 34/63, стр. 1
Тел./факс: +7 (495) 334-72-11
E-mail: manager@directmedia.ru
www.biblioclub.ru

