

ПРАКТИКУМ ПО ЗООЛОГИИ

ЧАСТЬ 1

ПРОСТЕЙШИЕ

О г л а в л е н и е

1. Организация лабораторно-практических занятий.....	4
1.1. Схема изучения темы на лабораторно-практических занятиях.....	4
1.2. Организация работы студентов на лабораторно-практических занятиях.....	4
1.3. Работа с микроскопом.....	5
Простейшие	
2. Саркодовые	7
2.1. Общая характеристика и систематика.....	7
2.2. Морфологический обзор.....	8
2.3. Систематический обзор.....	12
2.4. Описание микропрепаратов.....	12
3. Жгутиконосцы	14
3.1. Общая характеристика и систематика.....	14
3.2. Морфологический обзор.....	15
3.3. Систематический обзор.....	20
3.4. Описание микропрепаратов.....	21
4. Инфузории	23
4.1. Общая характеристика и систематика.....	23
4.2. Морфологический обзор.....	24
4.3. Систематический обзор.....	28
4.4. Описание микропрепаратов.....	29
5. Апикомплекса	30
5.1. Общая характеристика и систематика.....	30
5.2. Морфологический обзор.....	31
5.3. Систематический обзор.....	33
5.4. Описание микропрепаратов.....	33

1. Организация лабораторно-практических занятий

1.1. Схема изучения темы на лабораторно-практических занятиях

С целью единых требований по изучению курса зоологии на кафедре принята следующая схема изучения темы занятия:

1. Общая характеристика систематической группы животных (типа, класса...).
2. Систематика.
3. Морфологический обзор.
4. Систематический обзор.
5. Описание макропрепаратов.
6. Описание микропрепаратов.
7. Дополнительные сведения.

1.2. Организация работы студентов на лабораторно-практических занятиях

Лабораторно-практические занятия являются неотъемлемой частью изучения студентами курса зоологии. Проведение лабораторно-практических занятий осуществляется на кафедре зоологии в специально подготовленных помещениях — практикумах. Каждый практикум оборудован школьной доской для записей и зарисовок мелом, преподавательским столом и партами для студентов, являющихся их рабочими местами, микроскопами, осветительными приборами, навесными шкафами для хранения влажных зоопрепаратов, таблицами и рисунками по изучаемым дисциплинам.

Правила работы на лабораторно-практическом занятии:

1. После звонка к началу занятия все студенты должны находиться за своими рабочими местами и ожидать преподавателя.
2. Пришедшего преподавателя приветствовать стоя за рабочим местом и сесть после ответного приветствия преподавателя.
3. При ответе на заданный вопрос студент должен покинуть своё рабочее место и выйти к доске, повернувшись лицом к своим товарищам.
4. Во время ответа вести себя спокойно, сдержанно, отвечать на дополнительные вопросы.
5. В случае неподготовленности к занятию, студент должен непосредственно перед занятием предупредить преподавателя и объяснить причину, по которой он не смог подготовиться к занятию.
6. Задавать вопросы и покидать практикум во время занятия можно только после разрешения преподавателя.
7. Во время занятия внимательно слушать преподавателя, ответы своих товарищей, не отвлекаться самому и не отвлекать других студентов.
8. При выполнении практической части задания, соблюдать правила техники безопасности в обращении с острыми и режущими инструментами, предметными стёклами, препаратами и оборудованием.
9. Покидать практикум после окончания занятия только с разрешения преподавателя.

10. Во время перемены покинуть практикум и войти после звонка на занятие. Курить только в отведенных для этого местах.

11. Не опаздывать на занятие, быть опрятно одетым, иметь все необходимые принадлежности и учебную литературу.

12. Каждый студент обязан во время занятия находиться за собственным рабочим местом, обозначенным номером, и использовать микроскоп под таким же номером.

13. После окончания занятия или по требованию преподавателя микроскопы поставить на полки или середину стола.

14. Если Вы заметили, что Ваш микроскоп некомплектен или отсутствует, необходимо сразу поставить в известность лаборанта и преподавателя, проводящего занятие.

15. В случае невыполнения настоящих правил, нанесения материального ущерба, преподаватель должен поставить в известность заведующего кафедрой, или обратиться к администрации академии.

1.3. Работа с микроскопом

Световой микроскоп типа "Биолам" является оптическим прибором, предназначенным для изучения объектов, проводящих свет и невидимых невооруженным глазом. В микроскопе различают две основные части: *оптическую* и *механическую*. Оптическая часть представлена окуляром, объективом, зеркалом, конденсором и системой линз.

Окуляр -- система линз в специальной оправе, вставленная в верхнюю часть оптической трубы (тубуса). На верхней части окуляра указана цифра, обозначающая кратность его увеличения. Для удобства демонстрации изучаемого объекта или его отдельной части в окуляр вставлен предметный указатель.

Объектив -- система линз в специальной оправе, закрепленная в механической части -- револьвере. Покручиванием револьвера производится смена объективов. На боковой поверхности объектива указана его кратность увеличения. Чтобы определить увеличение микроскопа, необходимо кратность увеличения окуляра умножить на кратность увеличения объектива. Увеличение микроскопа можно изменять путем смены окуляра или объектива.

Зеркало имеет две поверхности -- плоскую и вогнутую и закреплено в подвижной оправе для удобного наведения на источник освещения. Плоскую поверхность зеркала используют для отражения дневного света, а вогнутую -- искусственного света.

Конденсор состоит из нескольких линз, фокусирующих свет в пучок. Конденсор находится под предметным столиком микроскопа и перемещается с помощью специального винта справа.

Механическая часть микроскопа состоит из *штатива*, *предметного столика* и *тубуса*.

Штатив служит для закрепления всех составных частей микроскопа. Нижняя часть штатива -- *ножка* -- служит для устойчивости микроскопа. От нее отходит верхняя часть -- *тубусодержатель*.

Предметный столик укреплен на штативе и предназначен для фиксации рассматриваемого препарата с помощью упругих зажимов. В средней части столика имеется отверстие для конденсора. Настройка четкой видимости производится двумя винтами: *макрометрическим* (грубая настройка) и *микрометрическим* (тонкая настройка). *Тубус* выполнен в виде цилиндрической трубки, в верхнюю часть которого вставлен окуляр, а в нижней находится револьвер с объективами.

Правила работы с микроскопом

Микроскоп устанавливают на столе, повернув зеркало к источнику освещения. Смотря в окуляр, поворачивают зеркало таким образом, чтобы получить наиболее подходящее освещение. Покручиванием макровинта поднимают тубусодержатель с тубусом и помещают на предметный столик рассматриваемый объект на предметном стекле так, чтобы он находился посередине относительно отверстия в предметном столике. Для удобства можно фиксировать предметное стекло зажимами. Затем опускают тубус с помощью макровинта и смотрят в окуляр до появления четкого изображения рассматриваемого объекта. Изучение всякого объекта начинают при малом увеличении (объектив 8^{\times} , окуляр $5-7^{\times}$). Это позволяет видеть большой участок на препарате и выбрать интересующее место для более детального изучения. Если есть необходимость изучения объекта при большем увеличении, то интересующий участок подводят к центру видимого поля зрения и производят смену объектива. Наблюдая в окуляр, медленно поднимают тубус до появления в поле зрения изображения рассматриваемого объекта. Тонкую наводку резкости осуществляют при помощи микрометрического винта (используют только при кратности объективов 40^{\times} и 90^{\times}). При использовании объектива 90^{\times} на покровное стекло препарата наносят каплю иммерсионного масла, а тубус опускают до соприкосновения объектива с поверхностью масла. Наблюдая в окуляр, производят грубую, а затем тонкую настройку на объект. Смотреть в микроскоп нужно попеременно то левым, то правым глазом, оставляя второй глаз открытым, что предупреждает излишнее утомление. Окончив изучение препарата, тубус поднимают, препарат убирают с предметного столика. Конденсор слегка опускают, на предметный столик кладут чистую марлевую салфетку и опускают объектив до соприкосновения его с тканью. Микроскоп ставят на середину стола или специальные полки.

Простейшие

Общая характеристика подцарства простейших, или одноклеточных

1. Одноклеточность -- основной признак простейших.
2. Клетка простейшего представляет собой самостоятельный организм с присущими ему функциями: движения, обмена веществ, размножения, раздражения, роста и развития.
3. Большинство простейших имеют специальные органоиды, обеспечивающие движение: псевдоподии, жгутики, реснички.
4. По типу питания среди простейших встречаются как автотрофные, так и гетеротрофные организмы, а также сочетающие первый и второй типы, т.е. миксотрофы.

5. Простейшие встречаются во всех средах обитания: воздушной, водной и почвенной.

6. Многие виды простейших перешли к паразитическому образу жизни и являются возбудителями болезней человека и животных.

7. В настоящее время известно более 30 000 видов простейших.

2. Саркодовые

2.1. Общая характеристика и систематика

2.2. Морфологический обзор

2.3. Систематический обзор

2.4. Описание микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- микроскопические препараты саркодовых;
- живая культура амёб;
- микроскопы, предметные и покровные стекла, пипетки;
- рисунки, слайды

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение микропрепаратов и живой культуры амёб, рисунков, слайдов; их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

2.1. Общая характеристика

Общим признаком для всех саркодовых является голое плазматическое тело, которое, однако, может быть заключено в раковинку или иметь различно устроенный внутренний скелет. Протоплазма состоит из двух слоев: наружного, или эктоплазмы и внутреннего — эндоплазмы. С отсутствием плотной оболочки связано выраженное в той или иной степени непостоянство тела саркодовых и другие особенности их организации.

Псевдоподии саркодовых являются не только органоидами передвижения, но выполняют и функцию ловчего аппарата, захватывая ими добычу.

По типу питания саркодовые являются типичными животными, поедая бактерий, одноклеточных водорослей и других микроскопических организмов. Это связано с наличием у саркодовых особых органелл — пищеварительных вакуолей. Пресноводные саркодовые имеют особые органеллы — сократительные вакуоли, выполняющие осморегулирующую, выделительную и дыхательную функции.

Большинство саркодовых являются морскими обитателями, но немало среди них пресноводных и почвенных форм. Среди амёб имеются виды, ведущие паразитический образ жизни.

Саркодовых делят на два надкласса: Лученогие (*Actinopoda*) и Корненожки (*Rhizopoda*). Лученогие имеют лучевидно расположенные, укрепленные скелетными

элементами псевдоподии, тогда как корненожки являются формами с менее правильно расположенными псевдоподиями без высокодифференцированного внутреннего скелета.

Систематика

Царство Животные (Animalia)

Подцарство Простейшие (Protozoa)

Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)

Подтип Саркодовые (Sarcodina)

Надкласс Корненожки (Rhizopoda)

Класс Lobosea

Отряд Голые амебы (Amoebida)

Виды: дизентерийная амеба (Entamoeba histolytica)

кишечная амеба (Entamoeba coli)

ротовая амеба (Entamoeba gingivalis)

Отряд Раковинные амебы (Testacea)

Виды: арцелла (Arcella vulgaris)

диффлюгия (Diffugia sp.)

Отряд Фораминиферы (Foraminifera)

Вид: полистомелла (Polystomella sp.)

2.2. Морфологический обзор саркодовых

Типичным представителем отряда голых амеб является амеба протей (*Amoeba proteus*). Это одна из крупных форм саркодовых, обычная в пресных водоемах. Размеры тела данного вида могут достигать 0,5-1 мм. При наблюдении за живой амебой заметно, что это простейшее снабжено выростами тела — *псевдоподиями*, или *ложноножками*, которые могут втягиваться и вытягиваться, округляться и разветвляться. С помощью псевдоподий осуществляется питание и передвижение амебы. Когда амеба "наталкивается" на одноклеточную водоросль или мелкое простейшее, псевдоподии "обтекают" пищевую частицу и она оказывается заключенной внутри цитоплазмы амебы в виде пузырька — сформированной *пищеварительной вакуоли*. Внутриклеточное пищеварение заканчивается выделением наружу непереваренных остатков пищи и исчезновением пищеварительной вакуоли. Одновременно в теле амебы могут формироваться и функционировать несколько пищеварительных вакуолей.

Снаружи тело амебы покрыто очень тонкой эластической мембраной (1 мкм) -- *плазмалеммой*. Благодаря своему строению плазмалемма обладает хорошей проницаемостью для воды и газов, и практически, совершенно непроницаема для органических и неорганических соединений.

Цитоплазма амебы состоит из двух слоев: *эктоплазмы* и *эндоплазмы* неограниченных четко друг от друга. Эктоплазма представляет собой наружный, более светлый и вязкий слой, тогда как эндоплазма, наоборот, имеет вид зернистого, более жидкого слоя с многочисленными пищеварительными вакуолями. Передвижение сар-

кодовых получило название амебоидного движения. При образовании и выпячивании ложноножки вслед за плазмалеммой устремляется поток эндоплазмы (более жидкая), переходящая затем в состояние эктоплазмы. На противоположной части тела амебы происходит обратный процесс превращения эктоплазмы в эндоплазму. В настоящее время существуют две основные гипотезы, объясняющие сущность амебоидного движения: гипотеза потока под давлением и гипотеза сокращения фронтальной зоны (описана выше).

Концентрация растворенных органических и неорганических веществ в теле амебы выше, чем в окружающей среде, поэтому в силу законов осмоса, вода проникает в цитоплазму амебы. Если бы вода не выводилась из тела животного, то амеба лопнула бы от излишка постоянно проникающей в цитоплазму воды. Функцию регуляции осмотического давления выполняет периодически возникающий органоид в виде светлого пузырька -- *сократительная вакуоль*. Достигнув определенного размера сократительная вакуоль подходит ближе к плазмалемме и через разрыв последней выпускает свое содержимое во внешнюю среду. У большинства морских амеб сократительные вакуоли отсутствуют, т.к. внутриклеточное осмотическое давление меньше по сравнению с давлением окружающей среды. Кроме осморегулирующей, сократительная вакуоль выполняет еще выделительную и дыхательную функции. Первая заключается в выведении вместе с избытком воды продуктов обмена веществ. Дыхательная функция связана с поступлением вместе с водой растворенного кислорода и удалением из клетки углекислого газа.

В эндоплазме амебы находится довольно крупное *ядро*, заметное только после окрашивания специальными красителями, поэтому на живом объекте увидеть его невозможно.

У амеб наблюдается наиболее простой способ размножения -- митотическое деление ядра и клетки, зависящее от наличия пищи и температурных условий. При действии неблагоприятных факторов внешней среды (изменение pH, температуры, солености и др.) амеба втягивает псевдоподии, округляется, эктоплазма начинает выделять тонкую, но прозрачную оболочку, затвердевающую в воде — *цисту*. Процесс образования такой защитной оболочки получил название *инцистирования*. Химический анализ стенок цист показал, что наиболее распространенными материалами для постройки цист являются: хитин, целлюлоза и соединения кремния. При наступлении благоприятных условий происходит обратный процесс — *эксцистирование*. Растворение стенок цисты является следствием действия специальных ферментов.

Среди саркодовых встречаются и паразитические формы. В толстом кишечнике человека обитает несколько видов паразитических амеб, из которых один -- **дизентерийная амеба (*Entamoeba histolytica*)** при наличии патологических процессов в кишечнике может вызвать тяжелое заболевание — амебиаз, или кровавый понос. Дизентерийные амебы достигают размера 20 - 30 мкм, эктоплазма и эндоплазма у них четко разграничены, псевдоподии короткие, широкие и немногочисленные. Заболевание регистрируется не часто и приурочено к тропическим регионам, тогда как в умеренном поясе известно только паразитонительство (возбудитель присутствует в организме, но заболевания не вызывает). Известны две формы существования дизентерийной амебы — просветная и тканевая. Первая имеет меньшие размеры и обитает в просвете кишечника, питается бактериями. При некоторых условиях, например, на-

личии патологических процессов в кишечнике, просветная форма внедряется в стенку кишечника, нарушая ее целостность и начинает заглатывать эритроциты. Током крови амебы заносятся в другие внутренние органы, главным образом, в печень, где увеличиваются в размерах и питаются эритроцитами крови. Эта форма является наиболее патогенной и называется тканевой. При отсутствии лечения амебиаз переходит в хроническую форму, иногда заканчивающуюся смертельным исходом. Заражение дизентерийными амебами происходит путем попадания в организм человека цист, которые амебы образуют в нижнем отделе толстого кишечника. После инцистирования ядро амебы дважды делится и образуются четырехъядерные цисты, которые и попадают во внешнюю среду, сохраняя жизнеспособность до трех месяцев. В распространении амебиаза участвуют мухи, тараканы и другие членистоногие. Попадая вместе с водой и пищей (алиментарным путем) в кишечник человека, амеба энцистируется, происходит деление цитоплазмы, в результате чего образуются четыре одноядерные амебы, которые путем митотического деления дают начало новым особям.

Entamoeba polecki и *Entamoeba deblickei* паразитируют в толстом отделе кишечника свиней, вызывая тяжело протекающее заболевание под названием амебной дизентерии свиней, особенно молодняка. По данным Р.Н.Ап-пасова (1980), эти амебы являются сравнительно крупными (6-18 мкм) малоподвижными паразитами округлой формы. Эктоплазма и эндоплазма хорошо различимы, ядро сферической формы, величиной от 2 до 5 мкм. Различают вегетативную (подвижную) и инцистированную (неподвижную) формы энтамеб.

Представители другого отряда — раковинные амебы (Testacea) получили свое название за наличие раковинки, играющей защитную функцию.

Арцелла (*Arcella vulgaris*) имеет раковинку в форме полушария (вид сбоку) и правильной окружности (вид сверху). В центре плоской нижней части раковинки имеется круглое отверстие, через которое наружу выдаются псевдоподии, а остальная часть тела находится внутри раковинки. Она имеет желтовато-коричневую окраску и построена из пластиночек хитина, выделяемого клеткой простейшего аналогично выше описанному процессу инцистирования.

Диффлюгия (*Diffugia* sp.) имеет грушевидную раковинку из органического вещества, инкрустированную сверху мельчайшими песчинками.

Эуглифа (*Euglypha* sp.) имеет овальную раковинку из кремниевых пластиночек одинаковой формы.

Питание и передвижение раковинных корненожек аналогично таковым процессам у голых амеб.

Размножение раковинных амеб несколько отличается и связано с образованием новой раковинки. Вначале из устья наружу выдается часть цитоплазмы, образуя подобие почки, поверхность которой покрывается хитином, песчинками или кремниевыми пластиночками из тела материнской особи. Внутри последней происходит деление ядра и одно из новообразовавшихся ядер проникает внутрь дочерней особи, формируются псевдоподии, цитоплазматический мостик между особями разрывается, дочерняя отделяется от материнской и начинает вести самостоятельную жизнь.

Представители отряда Фораминифер (*Foraminifera*) составляют самый большой таксон саркодовых, насчитывающий около 4 000 видов почти исключительно морских форм. Все фораминиферы имеют раковину, либо однокамерную (подобно

диффлюгии), либо многокамерную. Однокамерные фораминиферы могут достигать 2-3 см длины, тогда как многокамерные много меньше. Раковины у однокамерных построены из посторонних частиц (агглютинированные), а у многокамерных преимущественно из карбоната кальция. У многокамерных фораминифер внутренняя полость раковины разделена перегородками на отдельные камеры, причем перегородки имеют отверстия, поэтому тело корненожки представляет одно целое. Стенки раковины у некоторых видов пронизаны порами, через которые наружу выходят нитевидные псевдоподии (ризоподии). По типу строения, раковины могут быть рядными (расположены в ряд), спиральными и циклическими (внутренние камеры располагаются по спирали, а наружные — концентрическими кольцами).

Питание фораминифер осуществляется с помощью ризоподий, превышающих по своей общей площади площадь самой раковины. Если на ризоподию оседает мелкая пищевая частица, то она скользит по ризоподии поступает внутрь раковины и переваривается. Если частица велика, то вокруг нее собирается цитоплазма, обволакивает добычу и переваривает вне раковины. Цитоплазма ризоподий течет в двух направлениях: от и к раковине. Током цитоплазмы переваренная снаружи пища поступает внутрь раковины.

Многокамерные фораминиферы отличаются среди саркодовых сложностью размножения, чередованием бесполого и полового. Бесполое размножение начинается с многократного деления ядра, в результате чего образуется большое количество мелких ядер. Вокруг каждого ядра обособляется участок цитоплазмы и всё тело корненожки распадается на множество одноядерных амебообразных зародышей, которые выходят наружу. Вокруг зародыша формируется эмбриональная камера. По мере роста число камер увеличивается, пока корненожка не достигнет характерных размеров. В результате бесполого размножения получаются особи макросферического поколения. Они приступают к размножению половым путем. Ядро фораминиферы опять делится на огромное количество (до тысячи) одноядерных клеток. Каждая клетка снабжена двумя жгутиками, благодаря чему способна к активному плаванию. Эти клетки выполняют функции половых гамет. Сливаясь попарно они образуют зиготу, вокруг которой формируется первая эмбриональная камера, значительно меньшая, чем у зародышей макросферического поколения. Поэтому второе поколение называют микросферическим. Затем особи микросферического поколения вновь приступают к бесполому размножению. Главными особенностями размножения фораминифер являются:

- 1) чередование форм размножения (полового и бесполого) и связанное с ним чередование поколений (макросферического и микросферического);
- 2) отсутствие дифференциации половых клеток на мужские и женские;
- 3) формирование гаплоидного набора хромосом при бесполом размножении у макросферического поколения, тогда как при половом размножении микросферическое поколение имеет диплоидный набор хромосом (единственный пример гетерофазного чередования поколений в животном мире).

2.3. Систематический обзор

Большинство саркодовых являются обитателями морей, немало среди них пресноводных и почвенных форм, а некоторые ведут паразитический образ жизни. Общее число описанных видов саркодовых более 10 000.

Отряд Голые амебы (Amoebida)

Преимущественно обитатели морских и пресных вод. Пресноводные виды чаще всего встречаются в небольших водоемах, где дно устлано гниющими листьями или покрыто водорослями. У амеб семейства Bistadiidae в развитии встречается жгутиковая фаза. Единственный вид этого семейства — *Naegleria bistadialis* обычен в сточных водах и может служить причиной заболевания человека менингоэнцефалитом (воспаление мозга). Ко второму семейству — Amoebidae — принадлежат все остальные виды голых амеб. Самой крупной пресноводной формой является *Pelomyxa binucleata*, достигающая размеров до 2 мм и имеющая два ядра.

Отряд Раковинные амебы (Testacea)

Обитатели исключительно пресных вод. Входят в состав донного населения мелководных водоемов, содержащих большое количество органических веществ. Самая богатая фауна раковинных амеб встречается в сфагновых болотах, формируя там вместе с другими организмами особый биоценоз. Некоторые виды раковинных корненожек обитают во влажной почве. Отряд включает 6 семейств, из которых наиболее распространены представители семейств Arcellidae, Diffugiidae, Euglyphidae.

Отряд Фораминиферы (Foraminifera)

Преимущественно обитатели морей, некоторые виды встречаются в подпочвенных соленых водах и солоноватых колодцах Средней Азии. Представители семейства Allogromiidae найдены в отдельных пресных водоемах. Наибольшее разнообразие фораминифер в море отмечено на глубинах 200-300 м. Некоторые виды приспособились к парению в толще воды — ведут планктонный образ жизни. Морские осадочные породы (мел, трепел, известняк) состоят из раковин фораминифер. При геологической разведке полезных ископаемых фораминиферы служат руководящими видами в поисках месторождений нефти и газа.

2.4. Описание микропрепаратов

Микропрепарат № 1

Амеба-протей

Амеба окрашена эозином в розовый цвет. В центре клетки заметно темно-фиолетовое крупное ядро овальной формы. По периферии клетки хорошо видны выросты — псевдоподии. Эктоплазма светлая, эндоплазма более темная, с зернистостью.

Микропрепарат № 2

Арцелла

Раковинка правильной округлой формы, желто-коричневого цвета. В центре видно отверстие — устье, служащее для выхода псевдоподий. При увеличении 40^x можно увидеть, что стенки раковинки состоят из гексагональных ячеек, подостланных изнутри бесструктурной пленочкой.

Микропрепарат № 3

Центропиксис

Раковинка округлой формы, сплюснутая сверху вниз, бурого цвета. Стенки раковинки покрыты кремниевыми пластиночками и створками диатомовых водорослей. Устье смещено в сторону. На своей поверхности раковинка несет от 2 до 9 полых конических выростов.

Микропрепарат № 4

Диффлюгия

Раковинка грушевидной формы, на ее поверхности заметны песчинки, скорлупки диатомовых водорослей, частицы ила и т.д.

Микропрепарат № 5

Полистомелла

Раковина известковая, ее наружные камеры целиком охватывают внутренние. Стенка раковины поделена на камеры, каждая из которых имеет по бокам отверстия для выхода ризоподий.

Микропрепарат № 6

Роталия

Отличается от полистомеллы спиральным типом раковины и крупными камерами.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы :

1. Дайте определение протозоологии как науки.
2. Правила работы с микроскопом.
3. Общая характеристика простейших.
4. Систематика саркодовых.
5. Передвижение и питание амёбы.
6. Строение цитоплазмы амёбы.
7. Сущность амёбоидного движения.
8. Функции сократительной вакуоли.
9. Размножение амёбы.
10. Инцистирование и эксцистирование простейших.
11. Паразитические виды амёб.
12. Представители раковинных амёб.
13. Размножение раковинных амёб.
14. Строение и питание фораминифер.
15. Размножение фораминифер.
16. Значение саркодовых в природе и жизни человека.

3. Жгутиконосцы

- 3.1. Общая характеристика и систематика.
- 3.2. Морфологический обзор.
- 3.3. Систематический обзор.
- 3.4. Описание микропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- микроскопические препараты жгутиконосцев;
- живые культуры жгутиконосцев;
- микроскопы, предметные и покровные стёкла, пипетки;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение микропрепаратов и живых культур жгутиконосцев; рисунков и их зарисовка, просмотр слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

3.1. Общая характеристика

1. Жгутиконосцы характеризуются наличием одного или нескольких жгутиков, являющихся органоидами передвижения.
2. Тело жгутиконосцев снаружи покрыто плотной эластичной оболочкой — пелликулой, которая определяет постоянную форму тела.
3. По типу питания жгутиконосцы разделяются на автотрофные, гетеротрофные и миксотрофные (совмещающие первый и второй способы питания) организмы.
4. Размножаются бесполом и половым путями.
5. Наряду со свободноживущими существуют и паразитические виды, вызывающие заболевания у животных и человека.
6. Растительные жгутиконосцы сочетают в себе признаки как растений, так и животных.

Систематика

Царство Животные (Animalia)

Подцарство Простейшие (Protozoa)

Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)

Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora, s. Flagellata)

Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea)

Отряд Эвглены (Euglenida)

Вид: эвглена зеленая (Euglena viridis)

Отряд Вольвоксы (Volvocida)

Виды: вольвокс золотистый (Volvox aureus)

вольвокс глобатор (Volvox globator)

Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea)

Отряд Кинетопластиды (Kinetoplastida)

Виды: трипаносомы (Trypanosoma gambiense)

(Trypanosoma cruzi)

(Trypanosoma brucei)

(Trypanosoma ninaekohljakimowi)

(Trypanosoma equiperdum)

лейшмании (Leishmania tropica)

(Leishmania donovani)

(Leishmania brasiliensis)

Отряд Дипломонады (Diplomonadida)

Вид: лямблия кишечная (Lamblia intestinalis)

Отряд Трихомонады (Trichomonadida)

Виды: трихомонада вагинальная (Trichomonas vaginalis)

трихомонада человеческая (Trichomonas hominis)
трихомонада свиная (Trichomonas suis)
трихомонада плодная (Trichomonas foetus)

3.2. Морфологический обзор **Растительные жгутиконосцы**

Типичным представителем фитомасстигофор служит эвглена зеленая (*Euglena viridis*). Она имеет веретенообразную форму тела, заостренного сзади и округлого спереди. Снаружи эвглена покрыта *пелликулой* -- тонкой эластичной и плотной оболочкой, определяющей форму ее тела. Последняя может изменяться при сокращении, вытягивании или изгибании животного.

На переднем конце эвглены заметен длинный *жгутик*, находящийся в непрерывном, винтообразном движении, благодаря чему обеспечивается направленное движение. У основания жгута находится узкая *глотка*, ведущая в округлой формы *резервуар сократительной вакуоли*. Сбоку от резервуара располагается *стигма*, или *светочувствительный глазок* красноватого цвета из-за присутствия в нём каротиноидов. Установлено, что в прилегающей к глазку зоне содержится родопсин (светочувствительный пигмент), играющий важную роль при ориентации эвглен на свет. Несколько ниже стигмы находится единственная *сократительная вакуоль*, выполняющая те же функции, что и у саркодовых. Вокруг сократительной вакуоли находится несколько маленьких *приводящих вакуолей*, которые периодически в нее изливаются. Из сократительной вакуоли продукты выделения попадают в резервуар и через глотку выводятся наружу.

Цитоплазма эвглены, как и у амёбы, делится на *эктоплазму* и *эндоплазму*. В последней находятся *хроматофоры*, заполненные хлорофиллом, и поэтому, имеющие зеленый цвет. Форма хроматофоров может быть различной. Хлорофилл, заполняющий хроматофоры может быть нескольких видов, а его комбинации обеспечивают при наличии каротиноидов различные вариации окраски фотосинтезирующих жгутиковых. Эвглена и вольвокс содержат в своих хроматофорах хлорофиллы а и в, бета-каротин, поэтому окраска у них изумрудно-зеленого цвета. Ближе к задней части тела в цитоплазме находится *ядро* крупных размеров, причем при делении ядра ядерная оболочка не исчезает. В результате фотосинтеза образуется углевод *парамил*, близкий по химическому составу к крахмалу. Избыток парамила скапливается в цитоплазме, формируя, т.н. *парамиловые зёрна*.

По способу питания эвглена относится к *миксотрофным организмам* (в определенных условиях она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, и наоборот). На свету эвглена питается автотрофно как растение, а минеральные соли поступают внутрь клетки осмотически. Если эвглену поместить в темноту, фотосинтез становится невозможен и она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, как типичное животное. Хлорофилл обесцвечивается, а хроматофоры сильно уменьшаются в размерах. В этом случае часть пищи эвглена поглощает осмотически, а часть — вместе с поступающей водой через глотку. Оттуда вода поступает в резервуар, из стенки которого выступают маленькие нитевидные псевдоподии, увлекающие пищевые частицы. Если эвглену вновь поместить на свет, то фотосинтетическая дея-

тельность восстанавливается. Таким образом, эвглена может питаться как типичное растение (*голофитное питание*) и как типичное животное (*голозойное питание*). Питание путем осмотического поглощения органических веществ называется *сапрофитным*.

Размножаются эвглены продольным делением. После митотического деления ядра начинается деление цитоплазмы. На передней части клетки образуется углубление, жгутик отбрасывается и начинается рост новых, уже двух жгутиков. Все органоиды делятся, перешнуровка цитоплазмы заканчивается, и образуются две самостоятельные дочерние особи.

При неблагоприятных условиях внешней среды эвглены *инцистируются*. Жгутик отбрасывается, тело эвглены округляется и на его поверхности выделяется *циста*. В состоянии цисты эвглена также может размножаться путем деления. Такие цисты называются *цистами размножения*. В благоприятных условиях эвглены *эксцистируются*.

Обитают эвглены в небольших, мелководных пресных водоемах, богатых органическими веществами (лужах, канавах, прудах) и часто вызывают образование зеленой пленки на поверхности — "цветение воды".

Среди фитомасстигофор встречаются и колониальные формы. Наиболее широко распространенными следует считать два вида вольвоксовых: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*) и вольвокс глобатор (*Volvox globator*).

Вольвоксы представляют собой крупные (до 2 мм), шаровидные колонии, состоящие из нескольких тысяч клеток. Стенка колонии образована сетью тончайших цитоплазматических волоконцев, связывающих между собой двухжгутиковые одноклеточные организмы, одетые прозрачной слизистой оболочкой. Каждая особь имеет ядро, хроматофор, стигму, сократительную вакуоль и два жгутика равной длины, направленные наружу. Основная масса колонии состоит из студенистого вещества, а центральная часть заполнена полужидким содержимым.

Движение вольвокса осуществляется благодаря синхронизированному биению жгутиков. В воде колония может не только "перекатываться", но и ориентированно двигаться: она плывет вперед тем полюсом, на котором стигмы развиты сильнее.

Размножение вольвокса происходит иначе, чем эвглены. Рассмотрим бесполое размножение вольвокса. В колонии имеется всего около 10 клеток, обладающих способностью к делению. Эти клетки носят название *вегетативных*. Они располагаются в нижней части колонии, где стигмы наименее развиты. При делении этих клеток внутри материнской колонии вольвокса развиваются дочерние колонии. Когда их размеры увеличатся настолько, что материнская колония не сможет их вмещать, она разрывается и погибает, а дочерние колонии выходят наружу. При благоприятных условиях внутри дочерних могут развиваться и внучатые колонии.

При половом размножении вегетативные клетки дают начало крупным неподвижным женским макрогаметам и мелким многочисленным мужским микрогаметам. У более крупного *Volvox globator* макро- и микрогаметы образуются в одной колонии, а у более мелкого *Volvox aureus* — в разных. Микрогаметы освобождаются от оболочки, выходят в воду и сливаются с макрогаметами. Этот процесс называется *копуляцией*. В результате образуются зиготы, дающие начало новым колониям.

Вольвокс может рассматриваться как пример переходной формы от одноклеточных животных к многоклеточным. Чертами многоклеточного организма в строении вольвокса являются:

- 1) соединение клеток колонии между собой протоплазматическими нитями;
- 2) дифференциация клеток по выполняемым функциям: вегетативные и генеративные клетки.

Животные жгутиконосцы

Изучение морфологии животных жгутиконосцев, или зоомастигофор, начнем с представителей отряда Кинетопластиды (Kinetoplastida). Название отряда связано с наличием у относящихся к нему жгутиконосцев особого образования — *кинетопласта* (по другим источникам — *блефаробласта*). Кинетопласт представляет собой овальное тельце, содержащее ДНК и расположенное вблизи *базального тельца жгутика*. Внутри кинетопласта находятся митохондрии, поэтому, принято считать, что он участвует в обмене веществ клетки и вырабатывает энергию для работы жгутика. В отряд кинетопластид входят зоомастигофоры, ведущие паразитический образ жизни. Наиболее известны среди них трипаносомы и лейшмании.

Трипаносомы ("trypanum" — бурав, "soma" — тело) — очень мелкие жгутиконосцы (15- 30 мкм в длину), паразитирующие в крови позвоночных животных: рыб, амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих и человека. Вызывают опасные заболевания под общим названием *трипаносомозы*. Тело трипаносомы плоское, лентовидное, заостренное с обоих концов, дугообразно изогнутое. *Жгутик* начинается в задней части клетки от *базального тельца* и продолжается к передней части. С клеткой трипаносомы он соединен тонким слоем цитоплазмы в виде волнообразной перепонки — *ундулирующей мембраны*. При волнообразном движении жгутика колеблется и ундулирующая мембрана, что позволяет паразиту двигаться в такой вязкой среде, как кровь. Непосредственно за базальным тельцем жгутика располагается *кинетопласт*. В средней части клетки трипаносомы находится крупное *ядро* овальной или округлой формы. Трипаносомы — очень хорошо приспособленные к хозяевам паразиты, поражающие человека и животных. Они проходят определенный цикл развития, который характеризуется сменой хозяев и жизненных форм. Трипаносомы избегают иммунной защиты своего хозяина путем изменения своих свойств.

В XIX веке было описано заболевание человека под названием "сонная болезнь", распространенное в Африке. Возбудителем этой болезни является одна из трипаносом — *Trypanosoma gambiense*. В Западной Африке этот вид трипаносом постоянно обитает в крови антилоп, но существенного вреда им не приносит. Антилопы служат постоянными носителями трипаносом — резервуарными хозяевами. Каким же образом проникают трипаносомы в кровь человека? Оказалось, что переносчиками трипаносом являются кровососущие мухи цеце (*Glossina palpalis*), в одинаковой степени нападающие как на антилоп, так и на человека.

При сосании крови от больного "сонной болезнью" человека или антилопы муха поглощает и трипаносом, которые начинают размножаться в ее кишечнике. Через некоторое время трипаносомы мигрируют в слюнные железы мухи. Заражение человека трипаносомами происходит тогда, когда трипаносомы локализуются в

слюнных железах мухи, т.е. в момент укуса паразиты со слюнной жидкости попадают в кровь. Заболевание человека начинается с приступов лихорадки, сменяющейся нервно-паралитическими явлениями, когда трипаносомы проникнут в спинномозговую жидкость. Затем наступает сонливость, резкое истощение и смерть. В настоящее время разработано лечение "сонной болезни" человека с помощью медицинских препаратов (германина и др.). "Сонная болезнь" — это типичный пример трансмиссивного (передающегося через переносчика) заболевания с природной очаговостью.

В Африке, Индии, Австралии, Центральной и Южной Америке, Азии известно заболевание жвачных, лошадей и собак, вызываемое другим видом трипаносом — *Trypanosoma pinaekohljakimowi* (*T. evansi*), под названием сурра ("су-ауру"). Переносчиками этих трипаносом являются слепни рода *Tabanus* и мухи рода *Stomoxys*. Болезнь характеризуется лихорадкой, отеками и малокровием.

В Южной Америке трипаносома *Trypanosoma cruzi* вызывает у человека и домашних животных болезнь Чагаса. Переносчиками трипаносом являются клопы родов *Triatoma* и *Rhodnius*. Симптомы заболевания проявляются в виде отеков, миокардита и поражения центральной нервной системы.

В Южной Африке муха цеце является переносчиком *Trypanosoma brucei*, вызывающую заболевание нагана у жвачных, лошадей, свиней и грызунов. Болезнь характеризуется лихорадкой, менингоэнцефалитом и параличами.

Trypanosoma equiperdum вызывает случную болезнь лошадей в Средиземноморье, Индии, Киргизии, Казахстане. Заражаются животные во время случки, при искусственном осеменении кобыл спермой, содержащей возбудителя, через предметы ухода. Симптомами болезни служат отеки половых органов, параличи.

К этому отряду относятся и лейшмании, вызывающие заболевания у человека и животных. Это мелкие жгутиконосцы длиной 4-7 мкм и шириной 3-4 мкм в виде овальных телец. Каждый паразит имеет одно ядро и палочковидный кинетопласт от которого к периферии отходит тонкий жгутик. Лейшмании находятся внутри клеток и на этой стадии являются безжгутиковыми. Только в организме переносчиков они имеют типичный для жгутиконосцев вид.

Leishmania tropica описана в 1898 г. в Ташкенте П.Ф.Боровским. Вызывает кожный лейшманиоз у человека и собак, проявляющийся в образовании язв на коже, которые медленно заживают и оставляют на своем месте обезображивающие рубцы. Переносчиками лейшманий являются москиты из рода *Phlebotomus*. Резервуарными хозяевами лейшманий в Средней Азии служат песчанки, суслики и ушастые ежи.

Leishmania donovani — возбудитель висцерального (внутреннего) лейшманиоза, распространенного на Ближнем Востоке, в Индии, Средней Азии и Южной Америке. При этом тяжелом заболевании поражаются селезенка и печень, появляются кровоизлияния в коже и на слизистых оболочках. В крови отмечается лейкопения (малое содержание лейкоцитов).

Leishmania brasiliensis — возбудитель лейшманиоза слизистых оболочек, заболевания, распространенного в Бразилии, Мексике, Перу. Поражаются кожа, слизистые оболочки, человек часто теряет зрение.

Отряд Дипломонады (*Diplomonadida*).

Типичным представителем этого отряда может служить лямблия кишечная (*Lambliа intestinalis*), паразитирующая в верхних отделах тонкого кишечника челове-

ка. Лямблия имеет грушевидную форму тела, сужающуюся к задней части. В длину достигает 15 мкм. Тело сильно сплющено сверху вниз. На передней части брюшной поверхности имеется углубление, выполняющее функцию присоски, благодаря чему паразит плотно удерживается на верхушках эпителиальных клеток кишечника. В средней части тела лямблии проходит *аксостиль* — образование из двух эластичных нитей. Имеется 4 пары жгутиков, последняя пара из которых является продолжением аксостилия. В области присоски справа и слева лежат два ядра. Чаще всего лямблии встречаются у детей, реже — у взрослых, вызывая кишечные расстройства. Во внешнюю среду лямблии попадают в состоянии цист, которыми человек и заражается. Лямблии найдены и у других животных, но заразиться от них человек не может, так как у каждого хозяина выявлен свой, строго специфический вид паразита.

Отряд Трихомонады (*Trichomonadida*).

Trichomonas hominis паразитирует в толстом кишечнике человека. В длину достигает до 15 мкм, тело грушевидной формы, на переднем конце снабжено четырьмя жгутиками. Три из них направлены вперед, а один назад и прикреплен к краю ундулирующей мембраны. Внутри клетки проходит аксостиль. Ядро одно, находится в передней части. Патогенное значение этого вида до сих пор не выяснено.

Другой вид трихомонад — *Trichomonas vaginalis* — обитает в мочеполовой системе человека (во влагалище у женщин, в уретре и простате у мужчин), вызывая заболевание трихомоноз, передающееся половым путем. При хроническом течении болезни следствием может явиться половое бессилие (импотенция) у мужчин и бесплодие у женщин.

Два другие вида — *Trichomonas foetus* и *Trichomonas suis* — паразитируют в половых органах крупного рогатого скота и свиней, вызывая аборт и бесплодие.

3.3. Систематический обзор

Фитомасстигофор традиционно помещают в основание системы эукариот. Предположительно, саркодовые произошли от фитомасстигофор путем утраты хлоропластов и жгутиков. Так, сохранилась группа жгутиковых амёб, которые имеют не только ложноножки, но и жгутики. В класс фитомасстигофор входит 10 отрядов. Рассмотрим наиболее важные из них.

Отряд Криптомонады (*Cryptomonadida*)

Клетка бобовидной формы. На ее передней части располагаются два жгутика равной длины. Окрашены криптомонады в красноватые, зеленоватые, желтоватые, реже в сине-зеленые цвета. Отдельные виды бесцветны. Обитают в морских и пресных водах.

Отряд Динофлагелляты (*Dinoflagellida*)

Постоянная форма тела этих жгутиконосцев объясняется наличием целлюлозных пластинок, за что им дали название "панцирных жгутиконосцев". На поверхности клетки проходят два желобка: один по экватору, а другой — продольно. В каждом желобке находится жгутик. Экологическое значение динофлагеллят заключается в том, что они обеспечивают значительную часть первичной продукции океанов; вызывают "красный прилив" при массовом размножении; содержат яд сакситонин, смертельный для человека (отравление наступает при употреблении морских моллюсков, питаю-

щихся динофлагеллятами). Некоторые виды, как, например, ночесветка (*Noctiluca miliaris*), вызывают "свечение моря".

Отряд Эвглены (Euglenida)

Широко распространены в пресных и солоноватых водоемах. Жгутик один, реже два. Пелликула состоит из 3-х мембран, клеточная стенка ребристая. В цитоплазме откладывается продукт фотосинтеза — углевод парамил. Способ передвижения эвгленоидный, характеризующийся волнообразными сокращениями тела.

Отряд Хризомонады (Chrysomonadida)

Жгутики разной длины. Некоторые виды в любом месте клетки образуют псевдоподии для фагоцитирования пищи. Другие, как *Chrysamoeba*, более или менее постоянно пребывают на амебоидной стадии, хотя имеют рудиментарные жгутики.

Отряд Вольвоксы (Volvocida)

Для них характерны 2 или 4 жгутика равной длины. На примере отряда четко прослеживается тенденция к усложнению организации: от одноклеточного хламидомонаса к колониальному вольвоксу. Предполагают, что от этого отряда началось развитие многоклеточных водорослей. Некоторые виды бесцветны и питаются гетеротрофно.

Отряд Силикофлагелляты (Silicoflagellida)

Бедный видами отряд морских жгутиконосцев. Клетки имеют кремнеземный скелет звездчатой формы. Наряду с многочисленными, чрезвычайно тонкими псевдоподиями имеется один жгутик. Количественный и качественный расцвет данного отряда приходился на третичный период кайнозойской эры. Включает как автотрофные, так и гетеротрофные формы.

Большинство зоомастигофор ведет паразитический образ жизни. При дифференцировке их отрядов учитываются: форма клетки, размеры, число и форма жгутиков. В класс зоомастигофор входит 8 отрядов.

Отряд Воротничковые жгутиконосцы (Choanoflagellida)

Широко распространены в пресной и морской воде, часть из них живет в кремнезёмных домиках. У морских видов имеются массивные силикатные иглы, образующие раковинку или домик. Имеют морфологическое сходство с клетками губок — хоаноцитами, и также как губки, вырабатывают кремниевую кислоту и образуют колонии.

Отряд Кинетопластиды (Kinetoplastida)

Включает как свободноживущие, так и паразитические виды. По своей организации близки к эвгленовым. Паразитические виды кинетопластид избегают иммунной защиты своего хозяина благодаря изменению свойств собственной клеточной поверхности.

Отряд Дипломонады (Diplomonadida)

Имеют 8 жгутиков. Свободноживущих видов известно очень мало. Лямблии, впервые описанные Левенгуком, могут встречаться в виде столь плотных популяций, что блокируют поступление питательных веществ в организм хозяина. Кроме человека, паразитируют у обезьян и свиней.

Отряд Оксимонады (Oxymonadida)

В этот отряд входят жгутиконосцы, живущие в кишечнике насекомых, питающихся древесиной (тараканы, термиты). Участвуют в расщеплении целлюлозы. Имеют одно ядро и 4 жгутика. Аксостиль проходит через всю клетку, подвижный.

Отряд Трихомонады (Trichomonadida)

Большей частью паразиты, имеющие 4-6 жгутиков, один из которых направлен к задней части клетки и образует ундулирующую мембрану. Аксостиль неподвижный.

3.4. Описание микропрепаратов

Микропрепарат №7 Эвглены

Эвглена имеет веретеновидную форму клетки, заостренную на переднем конце и закругленную на заднем. Окраска зеленоватая. Жгутик один, располагается впереди. В цитоплазме заметны хроматофоры в виде темных точек. Ядро крупное, смещено к задней части клетки, округлой формы.

Микропрепарат №8 Вольвокс

На малом увеличении заметны шаровидные колонии вольвокса светло-зеленого цвета. На среднем увеличении (объектив 40^x) видны отдельные особи в стенке колонии. Внутри больших материнских колоний могут находиться несколько более мелких дочерних.

Микропрепарат №9 Трипаносомы

При рассматривании препарата под иммерсионным увеличением (объектив 90^x) видны заполняющие всё поле зрения эритроциты с находящимися между ними трипаносомами. Они окрашены в голубовато-фиолетовый цвет. Тело трипаносомы веретеновидное, заостренное с обоих полюсов. Жгутик соединен с телом тонкой ундулирующей мембраной. Ядро темноокрашенное, располагается в средней части тела трипаносомы.

Микропрепарат №10 Лейшмании

Рассматривают под иммерсией. Лейшмании имеют эвгленоидную форму, окрашены в светло-фиолетовый цвет, хорошо заметны крупное ядро и жгутик. Тканевые формы лишены жгутика.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика жгутиконосцев.
2. Систематика жгутиконосцев.
3. Строение зеленой эвглены.
4. Питание, размножение и инцистирование зеленой эвглены.
5. Особенности морфологии вольвокса.
6. Размножение вольвокса.
7. Признаки сходства вольвокса с многоклеточными животными.
8. Экологическое значение фитомастигофор.
9. Признаки отряда кинетопластид и строение трипаносомы.

10. "Сонная болезнь" человека.
11. Другие виды трипаносом и вызываемые ими заболевания.
12. Строение лейшманий и заболевания, ими вызываемые.
13. Строение диплоноад и заболевания, ими вызываемые.
14. Строение трихомонад и заболевания, ими вызываемые.

4. Инфузории.

- 4.1. Общая характеристика и систематика
- 4.2. Морфологический обзор
- 4.3. Систематический обзор
- 4.4. Описание микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- микроскопические препараты инфузорий;
- живые культуры инфузорий;
- микроскопы, предметные и покровные стёкла, пипетки;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение микропрепаратов и живых культур инфузорий; рисунков, их зарисовка; просмотр слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

4.1. Общая характеристика

1. К типу Инфузории (Ciliophora) относятся простейшие, снабженные многочисленными ресничками или мембранеллами, состоящими из склеенных ресничек.

2. Реснички короче и тоньше жгутиков. По данным электронной микроскопии структура ресничек очень сходна со строением жгутиков.

3. Инфузории имеют постоянную форму тела благодаря наличию плотной пелликулы и скелетных элементов, образующих кортекс.

4. Организация инфузорий достигает наибольшей сложности среди простейших, т.к. у них имеются скелетные элементы, сложный предротовой аппарат (перистом) и дифференцированные органоиды передвижения (реснички, мембранеллы, щетинки и др.).

5. Ядерный аппарат представлен ядрами двух типов: большим ядром (макронуклеусом) и малым ядром (микронуклеусом).

6. Бесполое размножение у инфузорий сменяется сложным половым процессом — конъюгацией.

7. Среди инфузорий встречаются как свободноживущие, так и паразитические виды.

Систематика

Царство Животные (Animalia)

Подцарство Простейшие (Protozoa)

Тип Инфузории (Ciliophora)

Класс Ресничные (Ciliata)

Подкласс Равноресничные (Holotrichia)

Отряд Трихостоматиды (Trichostomatida)

Виды: балантидиум кишечный (Balantidium coli)

балансиум свиной (Balantidium suis)

ихтиофтириус (Ichthyophthirius multifiliis)

хилодонелла (Chilodonella cyprini)

Отряд Гименостоматиды (Hymenostomatida)

Вид: инфузория-туфелька (Paramecium caudatum)

Подкласс Кругоресничные (Peritrichia)

Отряд Перитрихиды (Peritrichida)

Виды: сувойка (Vorticella sp.)

триходина (Trichodina sp.)

Подкласс Спиральноресничные (Spirotrichia)

Отряд Разноресничные (Heterotrichida)

Вид: трубоч (Stentor sp.)

Подкласс Сосущие инфузории (Suctoria)

4.2. Морфологический обзор

В качестве классического примера морфологии инфузорий рассмотрим строение инфузории-туфельки (*Paramecium caudatum*).

Свое название это животное получило в связи со сходством своей формы с дамской туфелькой. Длина парамеций составляет около 0,2 мм. Снаружи тело туфельки покрыто эластичной двойной мембраной — *пелликулой*. Цитоплазма делится

на два слоя: наружный — *эктоплазму*, и внутренний — *эндоплазму*. В состав эктоплазмы входит сложная сеть скелетных элементов, получивших название *кортекса*. В нём закрепляются органоиды передвижения инфузорий — *реснички*. В эктоплазме заметны небольшие палочковидные образования, расположенные перпендикулярно к поверхности пелликулы. Эти образования называются *трихоцистами* и выполняют функции защиты и нападения. При раздражении трихоцисты с силой выбрасываются наружу, превращаясь в длинные тонкие нити, поражающие нападающего на инфузорию хищника. Трихоцисты могут также реагировать на изменение химических и физических свойств среды обитания (повышение температуры, солёности и т.д.). Количество трихоцист примерно такое же, как и число ресничек. На месте выброшенных трихоцист развиваются новые. В средней части брюшной поверхности туфельки заметна глубокая впадина — *предротовая воронка*, или *перистом*. Он также, как и остальная поверхность инфузории-туфельки, покрыт ресничками, но гораздо более длинными. В передней и задней частях клетки располагается по одной *сократительной вакуоли*. Каждая вакуоль имеет *центральный резервуар* и систему круговых *приводящих каналов*. Вначале продукты диссимиляции поступают в приводящие каналы, а оттуда — в центральный резервуар. По мере наполнения он изливает свое содержимое во внешнюю среду. Частота пульсации сократительной вакуоли зависит от температуры и осмотического давления (при комнатной температуре весь цикл длится 10-15 секунд). Кроме сократительных, в цитоплазме туфельки имеются

и *пищеварительные вакуоли*. Образуются они на дне глотки и попадая в ток эндоплазмы, совершают путь по всей клетке инфузории. Это перемещение называется *циклом пищеварительной вакуоли*, за время которого в нее поступают ферменты, расщепляющие пищу. Путь пищеварительной вакуоли заканчивается на брюшной стороне тела между перистомом и задней частью клетки. Здесь пищеварительная вакуоль приближается к специальному органоиду — *порошице*, через отверстие которой и происходит выброс непереваренных частиц. Ядерный аппарат инфузорий устроен не так, как у других простейших. Он состоит из двух ядер: *большого (макронуклеуса)* и *малого (микронуклеуса)*. Такое явление носит название *ядерного дуализма*. Макро- и микронуклеус располагаются у парамеции на уровне перистома. Макронуклеус содержит большое количество ДНК, тогда как микронуклеус содержит ее в небольшом количестве. В связи с этим, макронуклеус физиологически более активен при размножении, чем микронуклеус.

Пищей для инфузории-туфельки являются бактерии и взвешенные в воде органические частицы. Перистомальные реснички создают непрерывный ток воды в направлении *ротового отверстия*, расположенного в глубине перистома. Пищевые частицы через ротовое отверстие заносятся в трубкообразную *глотку* и скапливаются у ее основания. Вместе с небольшим количеством воды пищевые частицы втягиваются в цитоплазму, формируя пищеварительную вакуоль.

Инфузории — отличные пловцы. Скорость передвижения инфузории-туфельки составляет 2-2,5 мм/сек. Она движется передним концом вперед, вращаясь вдоль продольной оси тела вправо. За 1 секунду каждая ресничка совершает до 30 биений. Во время движения назад ресничка выпрямляется, а при движении вперед

— описывает полукруг. Согласованные движения групп ресничек вызывают волнообразные колебания всех ресничек инфузории.

Большинству инфузорий свойственно бесполое размножение и половой процесс — *конъюгация*.

Бесполое размножение у парамеции происходит путем поперечного деления. Вначале митотическое деление наступает у макронуклеуса, а затем делится макронуклеус. К полюсам клетки расходятся по одному макро- и макронуклеусу, еще сохраняя связь с одноименными ядрами противоположного полюса. Затем клетка инфузории поперечной перетяжкой по экватору разделяется на две самостоятельные дочерние особи. При этом, органоиды (перистом, глотка, клеточный рот, сократительные вакуоли) также делятся, а недостающие органоиды образуются заново. При комнатной температуре инфузория-туфелька делится один раз в сутки.

Периодически у инфузорий наблюдается половой процесс — *конъюгация*. Две инфузории сближаются и тесно соприкасаются своими брюшными сторонами в области перистома с образованием цитоплазматических мостиков. У обеих особей растворяется содержимое макронуклеусов, а макронуклеусы дважды делятся путем мейоза. В результате этого деления в каждом партнере образуется 4 гаплоидных ядра, из которых 3 разрушаются, а одно делится митозом еще раз. В каждом конъюганте возникает по 2 ядра с гаплоидным набором хромосом. Одно из них — *стационарное* — неподвижно, а второе — *мигрирующее* — перемещается по цитоплазматическому мостику в соседнего конъюганта, где сливается со стационарным ядром. Образуется единое ядро — *синкарион* с диплоидным набором хромосом. После этого конъюганты расходятся, синкарион делится, и вновь образуются макро- и макронуклеус. Обмен мигрирующими ядрами при конъюгации позволяет инфузориям обновлять генетическую информацию, что повышает их наследственную изменчивость, а как следствие этого, выживаемость популяций. *Конъюгацию нельзя назвать половым размножением, так как увеличения числа особей при этом не происходит.*

Из других свободноживущих инфузорий наибольший интерес представляют сувойка и трубач.

Сувойка (*Vorticella* sp.) относится к кругоресничным инфузориям, ведущих прикрепленный образ жизни. По форме клетки она напоминает колокольчик на длинной ножке. Размеры некоторых видов вортицелл могут достигать 150-200 мкм. Перистом в виде круглого диска, образует валик, по краю которого тянутся три мерцательные мембраны, образующие полный оборот спирали. Реснички мембран создают ток воды, направляющийся в воронку перистома к ротовому отверстию, которое открывается в короткую глотку. Недалеко от ротового отверстия располагается единственная сократительная вакуоль. Макронуклеус лентовидной формы, макронуклеус небольшой. Сувойка имеет стебелек, который, сокращаясь, закручивается штопором. При этом перистомальный диск с мембранеллами втягивается внутрь. Питается сувойка, как и туфелька, бактериями. Бесполое размножение сувоек связано с образованием свободноживущих особей — *бродяжек*. Они могут образовываться двояко. В первом случае, на задней части клетки сувойки появляются реснички, отпочковывается участок цитоплазмы, делятся органоиды и формируется бродяжка. Она отрывается от материнской клетки и уплывает. Проплавав несколько часов, бродяжка прикрепляется к субстрату, образует стебелек и развивается во взрослую

инфузорию. Во втором случае, сувойка делится поперек, и одна из образовавшихся дочерних особей становится бродяжкой. Конъюгация осуществляется с участием бродяжек. Последние (*микроконъюганты*) вступают в контакт со взрослыми особями (*макроконъюгантами*). Сувойки — одиночные сидячие инфузории. Большинство других видов, относящихся к кругоресничным, образуют колонии из нескольких десятков, а то и сотен особей (*Zoothamnium*, *Carchesium* и др.).

Трубач (*Stentor* sp.) — представитель спиральноресничных инфузорий, обитающих в пресных водоемах. Тело стентора, действительно, напоминает трубу по внешнему виду, хотя при сокращении округляется. В эндоплазме трубача могут жить одноклеточные зеленые водоросли, которые и придают ему изумрудную окраску. На передней части клетки находится широкое перистомальное поле, углубляющееся в виде воронки и ведущее в глотку. Тело стентора покрыто продольными рядами коротких ресничек, тогда как по краю перистомального поля находятся мощные *мембранеллы* (склеенные друг с другом длинные реснички). Сократительная вакуоль у трубача крупная, располагается вблизи перистома. От нее отходят два длинных приводящих канала, тянущиеся к заднему краю клетки. Макронуклеус длинный и разделён на отдельные сегменты (четки), связанные между собой узкими перемычками. Микронуклеусы очень мелкие и прилегают к четкам макронуклеуса. Особый интерес представляет регенеративная способность трубача. Если инфузорию осторожно разрезать на три равные части, то каждая из них через сутки превратится в маленького стентора, с течением времени, вырастающего до нормальных размеров. Пищей трубачу служат бактерии, одноклеточные водоросли, мелкие жгутиконосцы.

Среди инфузорий встречаются и паразитические виды. Из равноресничных отметим балантидиума, ихтиофтириуса и хилодонеллу.

Балантидии паразитируют в толстом кишечнике человека и свиней. *Balantidium coli* вызывает у человека тяжело протекающий колит (воспаление толстого кишечника). Эта инфузория имеет яйцевидную форму, длиной до 150 мкм. Реснички одинаковой длины покрывают всё тело продольными рядами. В передней части имеется неглубокий перистом с ротовым отверстием. Сократительных вакуолей две, расположенных по полюсам клетки. Макронуклеус большой, находится в средней части инфузории, микронуклеус маленький. зараженный балантидиями человек первоначально не чувствует признаков недомогания. В этот период балантидии локализуются в просвете толстых кишек и питаются содержимым кишечника, т.е. человек является паразитоносителем. Затем балантидии переключаются на питание клетками хозяина: проникают в слизистую оболочку кишечника, изъязвляя ее и заглатывают эритроциты. В результате жизнедеятельности паразитов у человека появляется кровавый понос. Лечение балантидиоза затруднительно, т.к. при проникновении инфузорий в прямую кишку происходит их инцистирование, а цисты с фекалиями выводятся наружу.

Другой вид — *Balantidium suis* — вызывает *балантидиоз* у свиней. Болезнь сопровождается колитом, анемией, поносом и прогрессирующим исхуданием животных. Кроме свиней, к данному возбудителю восприимчивы крысы, человекообразные обезьяны и человек. До настоящего времени нет четкого видового разграничения между *Balantidium coli* и *Balantidium suis*.

У рыб паразитирует другой представитель равноресничных инфузорий — ихтиофтириус (*Ichthyophthirius multifiliis*), интересный тем, что часть жизненного цикла проводит в свободноживущем, а часть — в паразитическом состоянии. Заболевание, вызываемое этой инфузорией, носит название *ихтиофтириоза*. Паразитирует ихтиофтириус в коже, на плавниках и жабрах рыб. Рыба заражается мелкими, свободноплавающими бродяжками (20-30 мкм), которые прикрепляются к ее покровам и внедряются в ткани, где питаются клетками и их содержимым. Взрослые инфузории достигают размеров до 1 мм. Больная рыба имеет вид как-бы “обсыпанной манной крупой”. Затем инфузории выходят в воду, оседают на дно и образуют цисты. В инцистированном состоянии ихтиофтириусы многократно делятся до 10-11 раз. Внутри одной покоящейся цисты формируется до 2000 бродяжек, которые весной выходят в воду и вновь заражают рыб. Особый вред ихтиофтириус наносит малькам и сеголеткам карповых и лососевых рыб.

Триходины (*Trichodina*) являются эктопаразитами рыб (т.е. паразитируют на поверхности тела). Тело этих кругоресничных инфузорий имеет форму плоского диска или шапочки. На брюшной стороне тела имеется прикрепительный аппарат в виде кольца сложной конфигурации, состоящего из отдельных сегментов с наружными и внутренними зубцами. Известно большое количество этих инфузорий, вызывающих у рыб заболевания — *триходинозы*.

Инфузория хилодонелла (*Chilodonella cyprini*) вызывает у карповых рыб *хилодонеллез*. Длина паразита 70 мкм, тело сердцевидной формы с выемкой на задней части. На переднем конце располагается ротовое отверстие, ведущее в короткую глотку, снабженную хитинизированными палочками. Реснички имеются только на брюшной стороне. Макронуклеус находится в средней части клетки. Сократительные вакуоли расположены наискось ближе к полюсам клетки. Питается хилодонелла слизью кожи рыб и содержимым эпителиальных клеток, которые она разрушает с помощью палочек глотки.

4.3. Систематический обзор

Тип Инфузории (*Ciliophora*) объединяет около 7500 видов. В этот тип включены довольно разные группы простейших, но все они обладают характерными для данного типа признаками: ресничками, пелликулой, ядерным дуализмом и способностью к поперечному делению клетки.

Подкласс Равноресничные (*Holotrichia*)

Включает 7 отрядов. Общим признаком представителей подкласса является одинаковая длина ресничек.

Отряд Трихостоматиды (*Trichostomatida*)

Включает как свободноживущих, так и паразитических инфузорий. Почвенные формы могут быстро инцистироваться при уменьшении влажности и столь быстро эксцистироваться при ее повышении.

Отряд Гименостоматиды (*Hymenostomatida*)

Ротовой аппарат состоит из трех косо расположенных рядов ресничек и ундулирующей мембраны.

Подкласс Кругоресничные (Peritrichia)

Основной признак инфузорий, входящих в этот подкласс — наличие ресничного ряда, ведущего к цитостому (клеточному рту) по левозакрученной спирали.

Отряд Перитрихиды (Peritrichida)

Большинство видов, составляющие этот отряд, ведут прикрепленный образ жизни. У них развит сократимый стебелек, с помощью которого эти инфузории могут мгновенно ускользнуть от возможной опасности. Однако, существуют виды и с несократимыми стебельками. Имеются как одиночные, так и колониальные формы. Паразитические представители имеют специфические органоиды фиксации на теле хозяев.

Подкласс Спиральноресничные (Spirotrichia)

Типичный признак представителей подкласса — ряд мембранелл, спирально закрученных вправо, идущих к цитостому.

Отряд Разноресничные (Heterotrichida)

Имеют два разных типа ресничек: короткие на теле и длинные, большие в области перистомы. Цитоплазма у крупных форм сильно вакуолизирована. Отдельные представители в цитоплазме содержат пигментные гранулы.

4.4. Описание микропрепаратов

Микропрепарат № 11 Инфузория-туфелька

Под малым увеличением микроскопа хорошо заметна форма клетки туфельки. Ее поверхность покрыта ресничками равной длины. Снаружи находится пелликула, к ней прилегает слой палочковидных телец — трихоцист. На брюшной стороне ближе к передней части клетки заметна предротовая впадина (перистом). В эндоплазме в виде телец округлой формы располагаются пищеварительные вакуоли. Сбоку от перистомы заметны макро- и микронуклеус.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы :

1. Общая характеристика инфузорий.
2. Систематика инфузорий.
3. Строение инфузории-туфельки.
4. Питание и размножение парамеции.
5. Конъюгация и ее значение в жизни инфузорий.
6. Особенности строения сувойки.
7. Особенности строения трубочки.
8. Виды паразитических инфузорий и вызываемые ими заболевания.
9. На основании каких признаков выделены подклассы в типе инфузорий ?

10. Экологическое и практическое значение инфузорий.

5. Апикомплекса

5.1. Общая характеристика и систематика

5.2. Морфологический обзор

5.3. Систематический обзор

5.4. Описание микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- микроскопические препараты кокцидий;
- микроскопы;
- рисунки.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение микропрепаратов; рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

5.1. Общая характеристика

1. На переднем полюсе клетки имеется группа органоидов под названием апи-кального комплекса.

2. Тип Апикомплекса включает простейших, ведущих исключительно паразитический образ жизни.

3. В цикле развития этих животных наблюдается чередование бесполого (мерогонии), полового размножения (гаметогонии) и образования спор (спорогонии).

4. Для представителей этого типа характерно отсутствие органоидов передвижения, перистома и пищеварительных вакуолей.

5. Развитие этих паразитов может происходить в одном или нескольких хозяевах.

6. Апикомплекса паразитируют у представителей почти всех классов многоклеточных животных.

Систематика

Царство Животные (Animalia)

Подцарство Простейшие (Protozoa)

Тип Апикомплекса (Apicomplexa)

Класс Споровики (Sporozoea)
Отряд Кокцидии (Coccidia)
Подотряд Эймерии (Eimeriina)
Род Эймерия (Eimeria)
Виды: эймерия свиная (Eimeria suis)
эймерия цилиндрическая (Eimeria cylindrica)
эймерия кроличья (Eimeria stiedae)
Подсемейство Изоспоры (Isospora)
Род Токсоплазма (Toxoplasma)
Вид: Toxoplasma gondii
Отряд Пироплазмы (Piroplasmida)
Род Babesia
Род Piroplasma
Род Nuttallia
Род Francaiella
Отряд Гемоспоридии (Haemosporina)
Вид: плазмодиум малярийный (Plasmodium malariae)

5.2. Морфологический обзор

Из всех систематических групп апикомплекса наибольшее распространение имеют кокцидии. Это внутриклеточные паразиты овальной или округлой формы, обитающие в клетках внутренних органов беспозвоночных и позвоночных животных. Все апикомплекса имеют сложный цикл развития. Рассмотрим его на примере кроличьей эймерии.

В кишечник кролика из внешней среды алиментарным путем (т.е. с кормом) попадают зрелые ооцисты, каждая из которых содержит 4 споры с двумя спорозоитами в каждой споре. Спорозоиты — маленькие (8 мкм), веретеновидной формы клетки с одним ядром. Оболочки ооцисты и спор под действием ферментов разрушаются, и спорозоиты внедряются в эпителиальные клетки кишечника. Там они растут и размножаются бесполом путем — мерогонией. Из одного спорозоида образуется многоядерная клетка — меронт. Стенки клетки не выдерживают давления растущего меронта и разрываются. Вокруг каждого ядра меронта обособляется участок цитоплазмы и он распадается на мелкие веретеновидные клетки, имеющие по одному ядру. Эти клетки называются мерозоидами. Они вновь внедряются в эпителиальные клетки кишечника и дают начало второму поколению меронтов. Часть вышедших из клеток мерозоидов вновь приступает к мерогонии, а часть дает начало гаметам. Наступает процесс полового размножения — гаметогонии. Часть мерозоидов не делится, а растет, обогащаясь питательными веществами (макрогаметоциты). В результате их созревания образуются женские половые клетки — макрогаметы. Другая часть мерозоидов также растет, но ядра у них энергично делятся, формируя множество мелких клеток — микрогаметоцитов. После созревания они образуют мужские половые клетки — микрогаметы. Каждая микрогамета снабжена двумя жгутиками, благодаря чему способна к активным движениям. Микрогаметы сливаются с макрогаметами, образовавшаяся зигота выделяет прочную двухслойную оболочку и превращается в незрелую

ооцисту. На этом процесс гаметогонии заканчивается и начинается спорогония — образование спор со спорозоидами внутри ооцисты. Незрелые ооцисты выводятся с фекалиями наружу, где и происходит спорогония. Внутри ооцисты ядро делится (у эймерий 2 раза), цитоплазма обособляется вокруг каждого из ядер и формируются 4 споробласта. Они выделяют оболочки и превращаются в спороцисты. Внутри каждой спороцисты образуются по 2 спорозоида. Достигнув этой стадии спороциста становится зрелой, или инвазионной (способной вызвать заболевание у кролика при попадании в его организм). На этом спорогония заканчивается. Таким образом, внутри тела хозяина происходят два процесса: мерогония (бесполое размножение) и гаметогония (половое размножение), а во внешней среде — спорогония (образование и созревание спор).

Биологическое значение мерогонии заключается в увеличении числа особей паразита в теле хозяина. Благодаря гаметогонии образуется стадия паразита (ооциста), способная к расселению. Спорогония делает возможным заражение хозяина и защищает паразита от факторов внешней среды.

Кокцидии являются специфическими паразитами. Например, эймерии, паразитирующие у кролика, локализуются, в зависимости от вида, в разных участках кишечника. Кокцидии кролика не могут вызвать заболевание у зайца, и наоборот. Болезни животных, вызываемые этими паразитами, носят название кокцидиозы. Борьба с кокцидиозами домашних животных — важная задача ветеринарной медицины. Она базируется на проведении лечебных и профилактических мероприятий.

Представители отряда гемоспоридий приспособились к паразитированию в крови позвоночных животных. Гемоспоридии являются типичными внутриклеточными паразитами, локализуясь в кровяных клетках. Кровяные споробласты имеют важное медицинское значение, т.к. к ним относятся около 10 видов возбудителей малярии человека. Рассмотрим жизненный цикл малярийного плазмодия (*Plasmodium malariae*).

Отличительными особенностями цикла развития малярийного плазмодиа от такового кокцидий состоит в том, что здесь совершенно выпадают стадии развития паразита во внешней среде. Мерогония происходит в теле человека, а гаметогония и спорогония — в теле комара рода анофелес (*Anopheles*). Кроме того, у малярийного плазмодиа отсутствуют защитные оболочки ооцист и спор. Спорозоида проникают в кровь человека при укусе его заражённым комаром. Спорозоида имеет вид одноядерной клетки веретеновидной формы, длиной 15 мкм и шириной 1 мкм. С током крови спорозоида попадают в печень, внедряются в ее клетки и превращаются в шизонты. Последние распадаются на большое количество мерозоидов, опять внедряющихся в печеночные клетки с последующим повторением процесса мерогонии. Затем часть мерозоидов внедряется в эритроциты крови, где образуют меронты меньших размеров, чем в клетках печени. По завершении мерогонии оболочка эритроцита лопается и мерозоиды выходят в плазму крови. Мерогония у малярийного плазмодиа происходит каждые 72 часа. С момента ее завершения у человека появляются характерные клинические симптомы: повышение температуры, озноб. Проявление этих симптомов связано с действием токсинов паразита. Пройдя несколько циклов мерогонии, мерозоиды в эритроцитах превращаются в макро- и микрогаметоциты (начало процесса гаметогонии). Для своего дальнейшего развития они должны попасть в кишечник ко-

мара рода анофелес, что и происходит при сосании им крови у больного малярией человека. Каждый микрогаметоцит в желудке комара дает начало 4-8 нитевидным подвижным микрогаметам. Макрогаметоциты, созревая, превращаются в макрогаметы. Слияние гамет происходит в просвете желудка комара. Зигота (называется оокинетой) прободает стенку желудка и закрепляется на его наружной стороне, превращаясь в ооцисту. Внутри нее происходит многократное деление ядра и увеличение объема ооцисты в сотни раз. Одна ооциста содержит до 10 тысяч спорозоитов. Созревшая ооциста лопаются и спорозоиты попадают в полость тела комара, а оттуда, самостоятельно передвигаясь — в слюнные железы. Анофелесы со спорозоитами малярийного плазмодия в слюнных железах являются источниками заражения человека. Чем выше температура, тем быстрее происходит развитие паразитов в теле комара.

Малярия преимущественно распространена в теплых странах с влажным климатом, т.к. для развития комаров анофелесов необходимы мелкие стоячие водоёмы. Борьба с заболеванием сводится к двум основным путям: лечению больных людей специальными лекарственными средствами (акрихин, хинин, плазмоцид и др.) и уничтожению переносчиков (химические средства борьбы с личинками комаров, заселение водоемов рыбками гамбузиями, питающихся личинками анофелесов). В настоящее время малярия регистрируется в Индии, экваториальной Африке, субтропиках и тропиках Южной Америки.

5.3. Систематический обзор

Старое название типа — “Споровики” было связано с тем, что все эти паразитические простейшие проходят в цикле своего развития стадию споры. Большинство представителей типа обладают особыми морфологическими признаками, ясно отличающими их от других “споровиков”. Важнейший признак — наличие апикального комплекса на переднем полюсе клетки.

Класс Споровики (Sporozoea)

Отряд Грегарины (Gregarinida)

Насчитывает около 500 видов грегарин. Эти организмы живут вне клеток в полостях тела беспозвоночных и низших хордовых. Самые крупные формы достигают в длину 10 мм.

Отряд Кокцидии (Coccidia)

В отличие от грегарин часть своего цикла развития проходят внутри клеток беспозвоночных и позвоночных животных. Включает около 400 видов.

Подотряд Эймерии (Eimeriina)

Спорогония у эймерий протекает во внешней среде. У представителей рода эймерий ооцисты содержат 4 спороцисты, в каждой из которых находится по 2 спорозоиота. Представители рода изоспора имеют 2 спороцисты, в каждой из которых находится по 4 спорозоиота.

Отряд Гемоспоридии (Haemosporina)

Цикл развития гемоспоридий протекает без выхода во внешнюю среду, ооциста не имеет плотной оболочки. Кроме *Plasmodium malariae*, у человека заболевание ма-

лярию могут вызвать *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium falciparum*.

Отряд Пироплазмы (*Piroplasmida*)

Очень мелкие, высокопатогенные кровепаразиты млекопитающих. Переносчиками пироплазм являются паразитиформные клещи. Вызывают заболевания под общим названием пироплазмидозы у лошадей, крупного и мелкого рогатого скота, собак.

5.4. Описание микропрепаратов

Микропрепарат № 12

Эймерии в кишечнике кролика

При рассматривании препарата на среднем увеличении (объектив 40^x) в просвете кишечника заметны скопления небольших телец овальной формы, являющихся незрелыми ооцистами кокцидий.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика типа Апикомплекса.
2. Систематика типа.
3. Жизненный цикл кокцидий на примере кроличьей эймерии.
4. Биологическое значение мерогонии, гаметогонии и спорогонии.
5. Видовая специфичность кокцидий.
6. Жизненный цикл малярийного плазмодия.
7. Отличительные черты цикла развития кокцидий и плазмодия.
8. Малярия и меры борьбы с ней.
9. Отличительные признаки в строении ооцист эймерий и изоспор.

ЧАСТЬ 2

КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ И ЧЕРВИ.

О г л а в л е н и е

6. Губки	4
6.1. Общая характеристика и систематика.....	4
6.2. Морфологический обзор.....	5
6.3. Систематический обзор.....	6
6.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	6
7. Кишечнополостные	8
7.1. Общая характеристика и систематика.....	8
7.2. Морфологический обзор.....	9
7.3. Систематический обзор.....	15
7.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	17
7.5. Дополнительные сведения (яд кишечнополостных).....	18
8. Гребневики	20
8.1. Общая характеристика и систематика.....	20
8.2. Морфологический обзор.....	20
8.3. Описание макропрепаратов.....	22
Плоские черви	23
9. Турбеллярии. Сосальщнки	23
9.1. Общая характеристика и систематика.....	23
9.2. Морфологический обзор.....	24
9.3. Систематический обзор.....	32
9.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	33
9.5. Дополнительные сведения (редии и церкарии).....	35
10.Ленточные черви	37
10.1. Общая характеристика и систематика.....	37
10.2. Морфологический обзор.....	38
10.3. Систематический обзор.....	44
10.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	44
11.Первичнополостные (Круглые черви)	47
11.1. Общая характеристика и систематика.....	47
11.2. Морфологический обзор.....	48
11.3. Систематический обзор.....	53
11.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	54
12. Скребни	56
12.1. Общая характеристика и систематика.....	56
12.2. Морфологический обзор.....	56
12.3. Описание макро- и микропрепаратов.....	57

13. Кольчатые черви	59
13.1. Общая характеристика и систематика.....	59
13.2. Морфологический обзор.....	60
13.3. Систематический обзор.....	65
13.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	66
13.5. Дополнительные сведения.....	68

Кишечнополостные и Черви

6. Губки

- 6.1. Общая характеристика и систематика
- 6.2. Морфологический обзор
- 6.3. Систематический обзор
- 6.4. Описание макро- и микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты пресноводных и морских губок; микропрепараты спикул бадяги;
- микроскопы;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение макро- и микропрепаратов; рисунков, их зарисовка; слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

Спонгиология является разделом зоологии, изучающим вопросы морфологии, систематики, физиологии, фаунистики, экологии и эволюции губок.

6.1. Общая характеристика

Губки представляют собой примитивных многоклеточных животных, ведущих прикрепленный образ жизни. Клетки тела губок дифференцированы и имеют тенденцию к образованию тканей. Тело губок состоит из двух клеточных слоев: наружного, состоящего из плоских эпителиальных клеток, и внутреннего, состоящего из воротничковых клеток — хоаноцитов. Между наружным и внутренним слоями клеток располагается студенистое вещество — мезоглея, с различными клеточными элементами. У большинства губок имеется скелет, состоящий из отдельных элементов — спикул и органического вещества спонгина. Большею частью, губки являются морскими животными, лишь небольшое количество видов приспособилось к жизни в пресной воде.

Систематика

Царство Животные (Animalia)

Подцарство Многоклеточные (Metazoa)

Тип Губки (Porifera, s. Spongia)

Класс Известковые губки (Calcispongiae)

Вид: сикон (Sycon sp.)

Класс Стекланные губки (Hyalospongiae)

Вид: корзинка Венеры (Euplectella aspergillum)

Класс Обыкновенные губки (Demospongiae)

Вид: бадяга (Spongilla lacustris)

6.2. Морфологический обзор

Рассмотрим строение губок на примере пресноводной губки бадяги (*Spongilla lacustris*).

Бадяга не имеет определенной формы тела, хотя последняя изменяется в зависимости от места обитания. В прозрачных, слабопроточных озерах эта губка образует древовидные колонии, ветви которых могут вытягиваться более чем на 20 см. В ручьях и реках бадяга формирует плотные корковидные колонии, противостоящие течению воды. Цвет колоний желтовато-бурый или зеленоватый. Он зависит от наличия в цитоплазме клеток губки симбиотических организмов — одноклеточных зеленых водорослей зоохлорелл. Они попадают в тело губки с током воды, захватываются клетками и не сразу перевариваются, а некоторое время живут в клетках, используя их минеральные вещества и выделяемую в процессе дыхания углекислоту. Губки взамен получают кислород, выделяемый водорослями при фотосинтезе.

Губка бадяга — колониальное животное, слагающееся из нескольких особей, число которых определяется по количеству наиболее крупных отверстий — *устьев*. Поверхность губки покрыта *кожной мембраной* с порами: более мелкими отверстиями. Под ней располагаются *субдермальные* (подкожные) *полости*, ведущие в сложную систему каналов, тянущихся к особым расширениям в мезоглее — *жгутиковым камерам*. Стенки камер выстланы *воротничковыми клетками* (*хоаноцитами*). Каждая воротничковая клетка по морфологии напоминает одноименных жгутиконосцев. От жгутиковых камер идут каналы к *спонгоцелю* (центральному каналу), заканчивающиеся устьем. Пространство между каналами и камерами заполнено *мезоглеей* с находящимися в ней *скелетными элементами*. Последние представлены одноосными кремниевыми иглочками — *спикулами*. Они собраны в ряды и склеены органическим веществом *спонгином*, по своей структуре напоминающего шелк.

Питаются бадяги взвешенными в воде органическими частицами, мелкими одноклеточными водорослями, поступающими с током воды. Губки извлекают из проходящей их тело воды органику и соединения кремния, которые они используют для построения спикул. Фильтрационная способность губок велика. Установлено, что бадяга размером 4-5 см за сутки очищает более 3 л воды. В этом заключается важная роль губок как биофильтраторов.

Размножаются бадяги бесполом и половым способами. Бесполое размножение происходит путем наружного почкования и ведет к образованию массивных колоний. Осенью, с понижением температуры, наблюдается внутреннее почкование. В мезоглее губки обособляется группа клеток, покрытая оболочкой — *геммула*. Материнская колония отмирает, а геммулы благополучно перезимовывают, давая весной новое поколение. Бадяга — раздельнополое животное. В мезоглее происходит развитие половых клеток. Оплодотворение происходит в женской колонии, куда с током воды заносятся сперматозоиды. В результате дробления зиготы образуется личинка, покрытая ресничками. Она покидает материнскую колонию и проплавав непродолжительное время, оседает на субстрат. Прикрепившись, личинка дает начало новой колонии губки. Это сопровождается погружением клеток наружного слоя личинки внутрь, где образуются воротничковые клетки.

У губок наблюдается хорошо выраженная способность к регенерации. Если кусочек бадяги протереть через ситечко и получить взвесь клеток, то вскоре они соединятся между собой, образовав скопление, которое затем восстановится в молодую губку.

Бадяги могут наносить ущерб, поселяясь в водопроводных трубах и других гидротехнических сооружениях. Благодаря пористому строению своего тела губки являются хорошим убежищем для личинок некоторых насекомых, червей и ракообразных, формируя своеобразное сообщество. Высушенных бадяг используют в качестве мазей как народное средство при лечении ревматизма и ушибов. В косметической практике применяют маски из бадяги. Лечебное действие препаратов губки основано на механическом раздражении кожных покровов спикулами, которое сопровождается притоком крови к больному участку тела.

6.3. Систематический обзор

В настоящее время насчитывают более 3000 видов губок. Наибольшего разнообразия они достигают в субтропических и тропических районах Мирового океана.

Класс Известковые губки (Calcispongiae)

Исключительно морские организмы, редко превышающие 7 см в высоту. Скелет состоит из одноосных, трех- и четырехлучевых спикул.

Класс Стекланные губки (Hyalospongiae)

Преимущественно морские глубоководные виды. Мезоглея развита слабо, скелет состоит из кремнезема в виде шестилучевых спикул. Очень оригинален скелет губки “корзинка Венеры”, часто использующийся в качестве украшений и сувениров.

Класс Обыкновенные губки (Demospongiae)

К этому классу принадлежит большинство видов губок. Скелет образован одноосными и четырехлучевыми спикулами в сочетании с органическим веществом спонгином.

6.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат: Губка бадяга (речная форма)

Тело губки серо-зеленого цвета в виде опухолоеобразных наростов. Поверхность тела покрыта очень мелкими отверстиями — порами и более крупными — устьями.

Макропрепарат: Губка бадяга (озерная форма)

Отличается от речной формы разветвленностью колонии в виде пальцеобразных выростов.

Макропрепарат: Морская губка

Колония губки окрашена в красноватый цвет. Выросты короткие, толстые. Хорошо заметны поры и устья.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Спикулы губки бадяги

Под малым увеличением микроскопа видны скелетные элементы губки в виде слегка изогнутых или прямых одноосных иголочек, состоящих их кремния.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Особенности морфологии губок.
2. Размножение губок.
3. Значение губок в природе и жизни человека.

7. Кишечнополостные

- 7.1. Общая характеристика и систематика
- 7.2. Морфологический обзор
- 7.3. Систематический обзор
- 7.4. Описание макро- и микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты кишечнополостных, микропрепараты гидры, поперечного среза гидры, гидроида обелии, скелеты коралловых полипов;
- живая культура гидр;
- микроскопы, предметные стекла с луночками;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение макро- и микропрепаратов; рисунков, их зарисовка; слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

7.1. Общая характеристика

Кишечнополостные являются двухслойными животными с лучевой симметрией тела. Тело кишечнополостных состоит из эктодермы и энтодермы, между которыми располагается мезоглея или опорная пластинка. Эктодерма содержит стрекательные клетки (книдобласты), являющиеся орудием защиты и нападения для кишечнополостных. Нервная система примитивного типа (диффузная), в виде отдельных нервных клеток или их скоплений, связанных между собой. Скелет наружный или внутренний, в большинстве случаев известковый, реже роговой. У некоторых представителей, например, медуз, отсутствует. Пищеварительная система представлена ротовым отверстием и гастральной полостью. Размножаются как бесполом, так и половым путем. Существуют свободноживущие и прикрепленные кишечнополостные. Подавляющее большинство кишечнополостных — морские животные, но небольшое число видов приспособилось к жизни в пресной воде, а отдельные ведут паразитический образ жизни.

Систематика

Тип Кишечнополостные (Coelenterata)

Подтип Стрекающие (Cnidaria)

Класс Гидроидные (Hydrozoa)

Подкласс Гидроиды (Hydroidea)

Отряд Гидры (Hydrida)

Виды: гидра обыкновенная (Hydra vulgaris)

гидра зеленая (Chlorogidra viridissima)

гидра длинностебельчатая (Pelmatohydra oligactis)
Отряд Гидроиды (*Leptolida*)
Вид: гидроид обелия (*Obelia sp.*)
Класс Сцифоидные (*Scyphozoa*)
Отряд Дискомедузы (*Semeostomea*)
Вид: аурелия ушастая (*Aurelia aurita*)
Отряд Корнеротые медузы (*Rhizostomea*)
Вид: корнерот (*Rhizostoma pulmo*)
Отряд Ставромедузы (*Stauromedusae*)
Вид: люцернария (*Lucernaria complanata*)
Класс Коралловые полипы (*Anthozoa*)
Подкласс Шестилучевые кораллы (*Hexacorallia*)
Отряд Актинии (*Actiniaria*)
Вид: конская актиния (*Actinia equina*)
Отряд Мадрепоровые кораллы (*Madreporaria*)
Виды: акропора (*Acropora sp.*)
 мозговик (*Diploria sp.*)
 коралл-гриб (*Fungia sp.*)

7.2. Морфологический обзор **Класс Гидроидные**

Морфологический обзор класса проведем на примере двух его представителей: пресноводного полипа гидры и морского колониального гидроидного полипа обелии.

Гидра — маленький пресноводный полип длиной 1 см, часто встречающийся в прудах и озерах, тихих заводях рек. Тело гидры имеет вид продолговатого мешочка, прикрепленного к субстрату своим основанием, или *подошвой*. На противоположном конце тела имеется возвышение — *ротовой конус*, в центре которого открывается *ротовое отверстие*. Ротовой конус окружен выростами — *щупальцами*, число которых обычно равно 6 - 12. Вся поверхность тела до краев ротового отверстия покрыта наружным клеточным слоем — *эктодермой*, состоящей из нескольких видов клеток. Из них большинство составляют цилиндрические или кубические *эпителиальные клетки*. Особенностью в их строении является то, что их основание, прилегающее к *базальной мембране* (по другим источникам, *опорной пластинке*), вытянуто по направлению кверху и книзу в длинный отросток. Цитоплазма внутри отростка дифференцируется в *сократительные мышечные волокна*. Поэтому эти клетки называют *эпителиально-мышечными*. Отростки их формируют слой мышечных образований относительно продольной оси тела гидры. При их сокращении тело полипа сжимается и округляется. Между эпителиально-мышечными клетками находятся более мелкие *промежуточные (интерстициальные)* клетки, за счет которых образуются *половые* и *стрекательные* клетки. В состав эктодермы входят также *нервные* клетки звездчатой формы, соединяющиеся своими отростками между собой и формирующие нервную систему *диффузного типа* — наиболее простой тип нервной системы у животных организмов. Характерной чертой кишечнополостных является присутствие у них в эктодерме *стрекательных* клеток, служащих орудием нападения и защиты. Каждая такая

клетка имеет *стрекательную капсулу*, заполненную ядовитой жидкостью. На одном конце капсулы ее стенка впячена внутрь в виде тонкого и полого отростка, закрученного в спираль, называемого *стрекательной нитью*. На наружной поверхности стрекательной клетки имеется чувствительный волосок — *книдоциль*, выдающийся наружу. При прикосновении добычи или хищника книдоциль отклоняется, стрекательная клетка возбуждается и из стрекательной капсулы быстро выворачивается наружу стрекательная нить, расправляясь при этом, словно бич. Поверхность нити усажена загнутыми назад мелкими *шипиками*, а в ее основании располагаются более крупные *шпы*. Яд стрекательных клеток парализует мелких животных и отпугивает хищников. После выстреливания нити стрекательная клетка погибает, а на ее месте из интерстициальной клетки развивается новая стрекательная. Рассмотренные стрекательные клетки относятся к типу *пенетрант*. Более мелкие — *вольвенцы* — имеют короткие нити, обвивающиеся вокруг различных выступов на теле добычи. Другие — *глютинанты* — приклеиваются к добыче длинными липкими нитями.

Энтодерма выстилает всю *гастральную* (пищеварительную) *полость* тела гидры. Она также состоит из нескольких видов клеток. Основными клетками энтодермы являются *эпителиально-мышечные пищеварительные* клетки, мышечные отростки которых расположены поперечно касательно продольной оси тела животного. При их сокращении тело гидры суживается и удлиняется. Эпителиальная часть этих клеток свободно выступает в гастральную полость и имеет 1-3 *жгута*, а также обладает способностью образовывать псевдоподии. С их помощью захватываются мелкие пищевые частицы по типу фагоцитоза, т.е. пища переваривается внутриклеточно. В гастральную полость *железистыми* клетками выделяются ферменты, обуславливающие полостное пищеварение. Пищей гидр служат мелкие беспозвоночные животные (черви, дафнии, циклопы и др.), а также только что выклюнувшиеся мальки рыб.

Мезоглея у гидры представлена тонкой бесструктурной пластинкой — *базальной мембраной* (иначе *опорной пластинкой*), залегающей между эктодермой и энтодермой.

Размножаются гидры бесполом и половым способами. Бесполое размножение происходит путем *почкования*. Приблизительно на средней части тела гидры находится т.н. *пояс почкования*, где периодически вырастает одна или несколько *почек*, снабженные зачатками щупалец и рта. Затем у основания почка перешнуровывается, падает на дно и начинает вести самостоятельную жизнь. С приближением осени гидра переходит к половому размножению. Среди гидр встречаются как гермафродитные, так и раздельнополые виды. Находящиеся в эктодерме интерстициальные клетки дают начало *яйцеклеткам* (без деления), или многократно делясь — *сперматозоидам*. В этих местах на теле гидры образуются характерные вздутия покровов. Яйцеклетки располагаются ближе к подошве, а сперматозоиды — ко рту. Последние попадают в воду, проникают к яйцеклетке и оплодотворяют ее. Зигота в теле гидры окружается плотной оболочкой, тогда как сама гидра с наступлением зимы погибает, а яйцо в таком состоянии сохраняется до весны и с наступлением благоприятных условий из него выходит молодая гидра.

Врагов у гидры мало, но некоторые ресничные черви и моллюски прудовики их поедают. Есть у гидры и специфические паразиты. Из саркодовых это амеба *Hydramoeba hydroxena*, поселяющаяся на теле гидры и питающаяся клетками ее эк-

тодермы. Кругоресничная инфузория триходина (*Trichodina pediculus*), или “гидровая вошь”, и брюхоресничная инфузория керона (*Kerona polyrozum*) питаются стрекательными клетками гидр. Из ракообразных на гидрах поселяются маленькие ветвистоусые рачки анхистропусы (*Anchistropus*), которые прикрепляются к переднему концу гидры и ее щупальцам. Зараженные этими рачками, гидры вскоре погибают.

Для изучения ответных реакций живого организма на различные факторы гидр используют в качестве удобных объектов при проведении различных исследований. Опыты над гидрой позволили понять сложное явление регенерации у животных.

Первым человеком, увидевшим гидру, был изобретатель микроскопа А.Левенгук (1632-1723). Затем о ней словно забыли. Только через 40 лет гидра привлекла к себе внимание Трамбле (1710-1784), который обнаружил существо, похожее и на растение и на животное. В 1744 г. он опубликовал книгу “Мемуары к истории одного рода пресноводных полипов с руками в виде рогов”. Так гидра вновь стала объектом биологических исследований, которые продолжаются и по сей день.

На примере гидры мы познакомились со строением одиночного гидроидного полипа, но большинство из них является колониальными формами, состоящими из множества особей.

Обычный на литорали северных морей и Черного моря гидроид обелия (*Obelia* sp.) имеет вид миниатюрного деревца или кустика. Ствол ветвится, на ветвях сидят отдельные особи колонии — *гидранты*, по внешнему виду напоминающие гидр. Гастральные полости всех гидрантов сообщаются между собой так, что пища, захваченная одной особью, становится достоянием всей колонии. Эктодерма обелии имеет защитную органическую оболочку — *теку*, которая в виде колпачка окружает каждого гидранта и образует вокруг него *гидротекку*.

Колонии гидроидных полипов способны лишь к бесполому размножению путем почкования. Половые клетки образуются только у *медузоидного поколения*, ведущего свободный образ жизни. Как же происходит образование медуз? Вначале на определенных местах колонии появляются выросты, напоминающие гидрантов. Затем выросты вытягиваются и превращаются в полые столбики — *бластостили*, внутри которых почкуются зачатки медуз. Сформировавшиеся медузы отрываются от бластостилиа и уплывают. Они растут и достигнув зрелости размножаются половым путем. Медузы раздельнополы. Яйца и сперма выбрасываются в воду, где и происходит оплодотворение. Из зиготы развивается личинка — *планула*, которая проплавав некоторое время в воде оседает на дно, прикрепляясь к нему передним концом тела. На задней (верхней) части планулы прорывается рот и формируется венчик щупалец. Так возникает первый полип. Затем он почкуется и дает начало развития колонии. На этом жизненный цикл гидроидного полипа заканчивается. Он состоит из правильного чередования двух поколений: полипоидного (ведет прикрепленный образ жизни и размножается только бесполом путем) и медузоидного (ведет свободный образ жизни и размножается только половым путем). Такое чередование поколений, размножающихся различными способами, называется *метагенезом*.

Медуза обелия имеет вид упрощенного колокола, из внутренней части которого свисает вниз длинный *ротовой стебелек* с ротовым отверстием на конце. Рот ведет в *гастральную полость*, состоящую из центрального *желудка* и расходящихся

от него к краям зонтика *радиальных каналов*, в числе равном или кратном четырем, и соединенных по краю зонтика общим *кольцевым каналом*. Желудок и радиальные каналы образуют т.н. *гастроваскулярную (желудочно-сосудистую) систему*. По свободному внутреннему краю зонтика тянется тонкая, кольцевидная перепонка, суживающая вход в полость колокола. Она называется *парусом* и является характерной особенностью гидроидных медуз. На краю зонтика располагаются *щупальца* в числе, также кратном четырем. *Мезоглея* у медуз развита хорошо и содержит до 97% воды, приобретая студенистый желеобразный вид, благодаря чему всё тело медузы почти прозрачно. Нервная система медуз устроена сложнее, чем полипов. По краю зонтика располагается скопление нервных клеток, образуя *нервное кольцо*. От него иннервируются особые органы чувств, находящиеся по краю зонтика в виде *глазков* и *статоцистов*. Глазки — небольшие участки эктодермы у основания щупалец, содержащие клетки двух типов. Одни из них высокие (чувствительные), другие (пигментные клетки) содержат бурые или черные зёрна пигмента. Чередуясь друг с другом, эти клетки образуют подобие сетчатки глаза высших животных. Органы равновесия (статоцисты) располагаются по краю зонтика вблизи глазков. Статоцисты имеют вид пузырьков, выстланных изнутри эктодермальным эпителием и заполненных жидкостью. Одна из клеток пузырька впячивается внутрь в виде булавы, внутри которой заключена одна или несколько конкреций углекислой извести. Это *статолит* — слуховой камешек. Чувствительные эпителиальные клетки статоциста снабжены выростами — *сенсорными волосками*, направленными к вершине “булавы”. Когда тело медузы изменяет положение, “булава” со статолитом под действием силы тяжести остается висеть отвесно и касается чувствительных волосков, передающих раздражение к эпителиально-мышечным клеткам, вызывая сокращение их мышечных волоконцев. Существует версия, что статоцисты служат для ритмичной работы эпителиально-мышечных клеток. По своей функции статоцисты медуз более или менее идентичны работе полукружных каналов уха человека.

Половые железы медуз располагаются под радиальными каналами, как у обелии, или на ротовом стебельке в виде скопления половых клеток.

Движение медуз происходит благодаря чередованию фаз сокращения и расслабления зонтика, т.е. реактивным способом путем выталкивания втягиваемой воды. Плывет медуза скачкообразно, двигаясь вперед выпуклой частью зонтика.

Медузы — хищники, питающиеся различными мелкими животными, которых они парализуют стрекательными клетками щупалец. Некоторые глубоководные медузы привлекают свою добычу благодаря способности к свечению (биолюминесценции).

Класс Сцифоидные

Рассмотрим строение сцифоидных медуз на примере аурелии ушастой (*Aurelia aurita*), обитающей в Балтийском, Баренцевом, Белом, Черном, Азовском, Японском, Охотском и Беринговом морях.

Тело медузы имеет вид упрощенного зонтика. На конце *ротового стебелька* помещается *рот*, имеющий четыре выроста — *ротовые лопасти*, служащие для захвата пищи. Рот ведет в энтодермальную *желудок*, находящийся в центре зонтика и

образующий четыре неглубоких карманообразных выпячивания. В желудок вдаются четыре валика с *гастральными нитями*, что увеличивает его всасывающую поверхность. От желудка к краям зонтика отходит система *гастроваскулярных каналов*, представленная четырьмя сильно ветвящимися каналами первого порядка, четырьмя слабо ветвящимися каналами второго порядка и восемью неразветвленными каналами третьего порядка. Все эти каналы соединяются по краю зонтика в *кольцевой канал*.

На краю зонтика располагаются тонкие щупальца, часть из которых превратилась в *краевые тельца*, или *ропалии*. Каждый ропалий содержит один *статоцист* и несколько *глазков* различной степени сложности строения. У каждого ропалия находится скопление нервных клеток (*ганглиев*), равное восьми. *Мезоглея* у сцифоидных медуз, также как и у гидроидных, хорошо развита.

В цикле развития сцифомедуз имеет место метагенез. Медузы раздельнополы. *Половые железы* у них образуются из энтодермы нижней части карманов желудка, а созревшие половые клетки выходят через рот в воду, где и происходит оплодотворение. Из зиготы формируется *планула*, которая оседает на дно и прикрепляется передним концом тела к субстрату. На задней (верхней) части тела прорывается рот, ведущий в гастральную полость и окруженный щупальцами. Эта стадия носит название *сцифистомы*. Она активно питается, заглатывая не только мелких планктонных животных, но и планулы своего вида (*каннибализм*). Сцифистомы могут размножаться бесполом способом путем почкования, образуя подобных себе полипов. Весной со сцифистомой происходят сильные изменения. Ее щупальца укорачиваются, на теле появляются кольцевидные перетяжки, образуя подобие стопки вложенных друг в друга тарелок. На этой стадии развития полип называется *стробилой*, а сам процесс ее образования — *стробилиацией*. Образовавшиеся при стробилиации дискоидные особи являются молодыми медузами (*эфирами*). Они постепенно, начиная с верхней, отрываются от стробила, переворачиваются выпуклой стороной кверху и переходят к плавающему образу жизни. Эти неполовозрелые медузы называются *эфирами*, превращающимися после созревания половых клеток во взрослые особи.

Сравнивая циклы развития гидроидных и сцифоидных, необходимо отметить, что для первых типичным является *полипоидное поколение*, тогда как для вторых — *медузоидное*.

В водах Черного моря обитает еще один интересный представитель сцифоидных — медуза корнерот (*Rhizostoma pulmo*). Ее зонтик полусферической формы с закругленной вершиной. Цвет медузы беловатый, а по краю зонтика проходит яркая голубая, розовая или фиолетовая кайма. Щупалец у корнерота нет, но зато его ротовые лопасти развиты очень сильно. Их боковые стороны образуют многочисленные складки и срастаются между собой. Концы ротовых лопастей не имеют складок и заканчиваются восемью корневидными выростами, за что медуза и получила свое название. Питаются корнероты мелкими планктонными организмами, заглатывая их вместе с водой. Купальщикам следует остерегаться корнерота, т.к. неосторожное прикосновение к нему может вызвать сильный ожог.

Класс Коралловые полипы

Тело кораллового полипа имеет цилиндрическую форму и не подразделяется на туловище и ножку. У колониальных форм основание полипа погружено в общее тело колонии, а у одиночных полипов имеет *подошву* для прикрепления к субстрату. *Щупальца* внутри полые и в зависимости от их количества класс коралловых полипов делят на два подкласса: Шестилучевые (Hexacorallia) и Восьмилучевые (Octocorallia). У первых число щупалец шесть или кратно шести, у вторых — восемь или кратно восьми. Между щупальцами располагается *ротовой диск*, в середине которого лежит *ротовое отверстие* в виде щели. Последнее ведет в сжатую с боков *глотку*, высланную эктодермой. Вдоль глотки проходит *желобок с ресничным эпителием*, благодаря которому создается ток воды внутрь *гастральной полости*. Она разделена *продольными перегородками (септами)* на *камеры*. В септах есть отверстия, посредством которых камеры сообщаются между собой. В нижней части гастральной полости септы не срастаются между собой, а их свободные края утолщены и называются *мезентериальными нитями*. В них сосредоточены *железистые клетки*, выделяющие пищеварительные ферменты. Число септ и камер всегда соответствует числу щупалец. *Мышечные клетки* коралловых полипов формируют в мезоглее слой *продольных* (под эктодермой) и *поперечных* (под энтодермой) *мышечных волокон*. У шестилучевых кораллов мезоглея представлена тонкой *опорной пластинкой*, а у восьмилучевых кораллов мезоглея развита достаточно хорошо. У одиночных коралловых полипов скелет чаще отсутствует, тогда как колониальные формы имеют хорошо сформированный скелет из рогоподобного вещества или углекислого кальция.

Коралловые полипы размножаются бесполом и половым способами. Одиночные мягкие актинии размножаются почкованием, реже — делением тела. Стадия медузы у коралловых полипов отсутствует.

7.3. Систематический обзор

Класс Гидроидные (Hydrozoa)

Преимущественно морские, реже пресноводные животные в форме медузы или полипа. Последние могут быть одиночными и колониальными. Гастральная полость лишена перегородок. Половые клетки и железы развиваются в эктодерме. Включает около 4 000 видов, из которых только 20 видов приспособились к жизни в пресной воде.

Подкласс Гидроиды (Hydrozoidea)

Отряд Гидроиды (Leptolida)

В цикле развития различают полипоидное и медузоидное поколения. Колонии одеты хитинизированным наружным скелетом. У одних представителей отряда имеется защитная чашечка (гидротека), окружающая полип, другие ее лишены. Преимущественно морские организмы.

Отряд Гидры (Hydrida)

Одиночные пресноводные полипы, медуз не образуют.

Отряд Трахилиды (Trachylida)

Исключительно морские гидроидные, имеющие форму медузы. Полипоидное поколение неизвестно.

Отряд велеллы (парусники) (Veellina)

Колонии состоят из крупного плавающего полипа и прикрепленных к нему полиморфных особей, часть которых выпочковывает медуз, отрывающихся от колонии. Исключительно морские тепловодные формы.

Отряд Гидрокораллы (Hydrocorallia)

Ствол и ветви колонии известковые, часто окрашены в красивый желтоватый, розовый или красный цвет. Медузоидные особи недоразвиты и погружены вглубь колонии. Исключительно морские организмы. Некоторые ученые не считают гидрокораллы самостоятельным отрядом и относят их к лептолидам.

Класс Сцифоидные (Scyphozoa) включает исключительно морских животных, общим числом около 200 видов. Существуют в виде двух жизненных форм: полипа и медузы. Отдельные представители, например, ставромедуза люцернария, могут совмещать в себе признаки обоих поколений.

Отряд Корономедузы (Coronata)

Глубоководные медузы, зонтик разделён перетяжкой на центральный диск и корону. Крупные щупальца сидят на особых студенистых выростах края зонтика.

Отряд Дискосмедузы (Discomedusae)

Зонтик сплошной, дисковидно сплюснутый и несущий по краю многочисленные щупальца. Углы рта вытянуты в длинные лопасти.

Отряд Корнеротые медузы (Rhizostomea)

Зонтик сплошной, с радиальными каналами, щупальца отсутствуют. Ротовые лопасти сильно разветвлены и образуют сеть для захвата добычи.

Отряд Кубосмедузы (Cubomedusae)

Зонтик сплошной, без радиальных каналов, функцию которых выполняют далеко вдающиеся карманы желудка.

Отряд Ставросмедузы (Stauromedusae)

Своеобразные донные организмы, сочетающие в себе признаки полипов и медуз.

Класс Коралловые полипы (Anthozoa)

Включает колониальные и одиночные исключительно морские организмы. Существуют только в виде полипоидного поколения, медуз не образуют. Гастральная полость поделена перегородками (септами) на отдельные камеры. Щупальца внутри полые. Половые продукты развиваются в энтодерме. Известно около 5 000 видов коралловых полипов.

Подкласс Восьмилучевые кораллы (Octocorallia)

Колониальные формы, ведущие прикрепленный образ жизни. Полипы имеют восемь щупалец с боковыми выростами и восемь септ в гастральной полости. Скелет внутренний, залегает в мезоглее.

Отряд Альционарии (Alcyonacea)

Мягкие кораллы, скелет состоит из известковых игл. В отличие от рифообразующих мадрепоровых кораллов распространены по всему Мировому океану.

Отряд Роговые кораллы (Gorgonacea)

Колонии древовидной или бичевидной формы. Скелет состоит из известковых игл и осевого стержня.

Отряд Морские перья (Pennatulacea)

Колонии неветвящиеся, нередко по форме напоминают птичье перо. Состоят из длинного первичного полипа и отходящих от него одиночных или слившихся основаниями полипов второго порядка. Скелет состоит из игл и осевого стержня. Основанием колонии погружены в грунт. Некоторые виды способны передвигаться.

Отряд Солнечные кораллы (Helioporacea)

Колонии массивные или стелющиеся со сплошным известковым скелетом. В отряде только 2 вида.

Подкласс Шестилучевые кораллы (Hexacorallia)

Колониальные или одиночные формы. Щупальца без боковых выростов, в числе равном или кратном шести. Гастральная полость поделена на камеры таким же числом септ.

Отряд Актинии (Actiniaria)

Одиночные бесскелетные полипы, способные передвигаться. Некоторые виды ведут роющий образ жизни.

Отряд Мадрепоровые кораллы (Madreporaria)

Колониальные, реже одиночные неподвижные полипы с мощным наружным известковым скелетом.

Отряд Корковые кораллы (Zoantaria)

Колониальные или одиночные неподвижные формы. Колонии стелющиеся по субстрату. Скелет состоит из чужеродных частиц.

Отряд Антипатарии (Antipataria)

Колониальные кораллы с осевым скелетом из рогоподобного вещества. Поверхность колонии покрыта мелкими шипиками.

Отряд Цериантарии (Ceriantharia)

Одиночные бесскелетные полипы, живущие в илистом грунте. Строят трубки из ила, скрепляя его слизистыми выделениями. Сам полип способен передвигаться внутри трубки.

7.4. Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат: Колония гидроида обелия

На кусочке субстрата в виде пластинки заметна прикрепившаяся к ней колония гидроидного полипа обелия. Она имеет вид ветвистого кустика, стелющегося по субстрату. По бокам веточек заметны утолщения — отдельные особи колонии — гидранты.

Макропрепарат: Сцифоидная медуза аурелия

Зонтик медузы в виде диска, по его краю заметны нитевидные щупальца. Ротовое отверстие окружено четырьмя ротовыми лопастями с внутренней поверхности зонтика. Карманы желудка видны в центре в виде четырех подков, соединенных ме-

жду собой своими концами. В стенке зонтика просвечиваются каналы гастроваскулярной системы.

Макропрепарат: Сидячая сцифоидная медуза люцернария

Форма тела напоминает воронку и состоит из ножки и чашечки (расширенной части). В срединной части чашечки располагается ротовое отверстие. Края чашечки вытянуты в восемь отростков, заканчивающихся пучками маленьких щупалец. Ножка имеет плоскую поверхность — подошву, которой медуза прикрепляется к различным подводным предметам.

Макропрепарат: Актиния

Тело актинии цилиндрическое, мускулистое. На его верхней части имеется венчик щупалец, в центре которого находится ротовое отверстие. На конце, противоположном ротовому, располагается подошва, с помощью которой актиния прикрепляется к грунту.

Макропрепарат: Скелеты коралловых полипов

Скелеты известковые, древовидной или грибовидной формы. Чашечки отдельных полипов имеют скелетные перегородки неодинаковой длины. Скелеты построены из углекислой извести и имеют высокую прочность.

Микропрепарат: Гидра

Рассматривают на малом увеличении. Тело гидры вытянутое, около 5 мм длиной. На переднем конце находится рот, окруженный щупальцами. На заднем — подошва для прикрепления к субстрату. Щупальца покрыты мелкими бугорками — скоплениями стрекательных клеток.

Микропрепарат: Поперечный разрез гидры

На срезе виден наружный слой клеток — эктодерма, внутренний слой клеток — энтодерма. Между ними в виде тонкого темного кольца располагается опорная пластинка. В центре тела заметна гастральная полость.

Микропрепарат: Гидроид обелия

Веточка обелии несет отдельные особи колонии — гидранты, напоминающие гидр. Каждый гидрант окружен чашечкой (гидротеккой). Через теку просвечивается гастральная полость, подходящая к каждой особи колонии.

Микропрепарат: Гидроидная медуза обелия

Медуза блюдцеобразной формы, по краю зонтика расположено большое количество коротких щупалец. В центре зонтика заметен желудок с отходящим от него ротовым хоботком. Под радиальными каналами находятся половые железы в числе четырех.

7.5. Дополнительные сведения

Яд кишечнорастных

Стрекательные клетки кишечнорастворимых — грозное оружие, используемое ими для защиты и нападения. Сила воздействия яда различных кишечнорастворимых на человека неодинакова: после прикосновения к черноморским актиниям и медузам цианеям ощущается легкое жжение. Сильнее жжется корнерот — обычная для Черного моря беловатая медуза с розовой, фиолетовой или голубоватой каймой по краю зонтика. У моряков, плавающих в тропических водах дурной славой пользуется красивая сифонофора физалия (“португальский корабль”). Она снабжена большим, до 20 см длиной плавательным пузырем (пневматофором), колышущимся над водой, и длинными, до 30 м ловчими щупальцами. При прикосновении к ней даже хорошо плавающий человек может утонуть от нестерпимой боли и быстро наступающего паралича мышц. По мере угасания паралитических симптомов, пораженные участки опухают, повышается температура тела, дыхание затрудняется, с одышкой. Эти признаки болезни обычно сохраняются несколько дней.

Тропические медузы хиродропус, хиропсальмус и, особенно, хиронекс (пре-словутая морская оса) из отряда кубомедуз, нередко являются причиной непонятной гибели людей. Высота колокола морской осы всего 15 см, по его краю сидят четыре разветвленных щупальца, длиной до нескольких метров. Получающий “ожог” медузы человек захлебывается и тонет. Яд этих медуз по своему типу близок к нервно-паралитическому и вызывает поражение дыхательного центра. Распространены эти виды медуз у побережья Австралии.

Кораллы зоантарии вырабатывают очень сильный яд, называемый *палитоксином* (от названия производящего его полипа *Paluthoa*). Отравление им сказывается на деятельности сердца и всей системы кровообращения позвоночных животных. Яд зоантарий оказался в 100 раз сильнее яда кобры.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика губок.
2. Систематика губок.
3. Строение губок на примере бадяги.
4. Размножение бадяги.
5. Питание и регенерация бадяги.
6. Экологическое и практическое значение губок.
7. Общая характеристика кишечнорастворимых.
8. Систематика кишечнорастворимых.
9. Морфология пресноводного полипа гидры.
10. Строение и значение стрекательных клеток гидры.
11. Размножение гидры.
12. Паразитофауна гидры.
13. Строение морского гидроидного полипа обелии.
14. Размножение обелии. Понятие метагенеза.
15. Строение медузы обелии.
16. Систематический обзор гидроидных.
17. Строение сифоидных медуз на примере аурелии.

18. Размножение сцифомедуз.
19. Особенности морфологии медузы-корнерота и люцернарии.
20. Строение коралловых полипов.
21. Размножение кораллов.
22. Разнообразие и роль кораллов в природе и жизни человека.
23. Яд кишечнорастворимых и его действие на организм человека.

8. Гребневики

- 8.1. Общая характеристика и систематика
- 8.2. Морфологический обзор
- 8.3. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты гребневиков;
- микроскопы;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных препаратов гребневиков, рисунков, их зарисовка; изучение слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

8.1. Общая характеристика

Гребневики — двухслойные морские животные с лучевой симметрией тела. Стенка тела гребневиков состоит из эктодермы и энтодермы, между которыми находится мезоглея. Пищеварительная система представлена ртом, глоткой, желудком и каналами гастровакулярной системы. Щупальца снабжены клейкими клетками, являющимися орудиями поимки добычи. Нервная система аналогична таковой кишечнополостных. Размножение половое, без чередования поколений. Большинство гребневиков является пелагическими животными, реже они ведут донный образ жизни и только один вид известен как паразитический.

Систематика

Тип Гребневики (Ctenophora)

Класс Гребневики (Ctenophora)

Подкласс Щупальцевые (Tentaculata)

Вид: венерин пояс (Cestus veneris)

Подкласс Бесщупальцевые (Atentaculata)

Вид: морской огурец (Beroe cucumis)

8.2. Морфологический обзор

Тело гребневика округлой или мешковидной формы. На передней части тела помещается рот, а на задней — *аборальный орган (статоцист)*. Поверхность тела несет восемь рядов *гребных пластинок*. Каждая пластинка расщеплена по наружному краю и напоминает гребенку, за что эти животные и получили свое название. На гребных пластинках располагаются склеенные между собой реснички эпителия, которые сильно преломляют световые лучи, поэтому при движении тело животного переливается всеми цветами, если на него попадут солнечные лучи. Аборальные (т.е. противоположные рту) концы гребных рядов уменьшаются и утончаются, переходя в *мерцательные бороздки*, сливающиеся попарно и тянущиеся к аборальному органу в числе четырех. Здесь они заканчиваются в виде четырех *эластичных дужек*, на кончиках которых подвешен *статолит* — камешек из зерен углекислой извести. Статолит колеблется, его движения через дужки передаются на ряды гребных пластинок, вызывая волну биения ресничек. Гребневик при этом передвигается ротовым концом тела вперед.

Большинство гребневиков имеют щупальца. Их всего два, расположены они по бокам тела и могут втягиваться в специальные щупальцевые карманы. С одной стороны щупалец отходят ответвления, поверхность которых, как и самого гребневика, покрыта многочисленными *клейкими клетками*. Последние заканчиваются *головками* с клейким секретом, к которому и приклеиваются мелкие планктонные организмы. Добыча с помощью щупалец подтягивается ко рту и поедается.

Рот ведет в обширную *глотку*, где и происходит переваривание пищи. Затем она попадает в *желудок*, от которого отходят *гастроваскулярные каналы*. Один из каналов — *аборальный* — направлен в противоположную от рта сторону и делится на четыре коротких. Два из них заканчиваются слепо, а два других открываются наружу по краям аборального органа. В стороны от желудка отходят два канала, которые дважды ветвятся и образуют восемь *радиальных каналов*. Каждый из них проходит под гребным рядом, обеспечивая его работу поступлением питательных веществ. Среди клеток, выстилающих каналы, имеются *фотоциты* — особые клетки, содержащие светящиеся белки. Будучи потревожены, гребневики испускают вспышки сине-зеленого света, играющие роль сигналов тревоги.

Нервная система гребневиков состоит из *подкожного нервного сплетения* в виде сети, образуя незначительные скопления нервных клеток вдоль гребных рядов и вокруг рта.

У гребневиков сильно развит промежуточный слой тела — *мезогля*, консистенция которой варьирует от очень нежной до хрящевидной. У ползающих гребневиков хорошо развита мышечная система.

Половые железы гребневиков располагаются вдоль каналов гастроваскулярной системы, причем с одной стороны канала лежат *семенники*, а с другой — *яичники*. Половые клетки выводятся через рот, возможно и самооплодотворение. У плавающих гребневиков описано явление *диссогонии* — когда только что вылупившаяся из яйца личинка сама начинает продуцировать мелкие яйца. Из них вы-

ходят миниатюрные личинки, которые быстро растут и превращаются во взрослых ктенофор.

В настоящее время известно около 120 видов гребневиков. Самый маленький из них — голубой тинерфе (*Tinerfe cyanea*) — длиной 2-3 мм, а самый крупный — венерин пояс (*Cestum veneris*) — может достигать 2,5 метров длины.

8.3. Описание макропрепаратов

Макропрепарат: Гребневик

Тело гребневика цилиндрической формы, похожее на колпак. Грани колпака — ряды гребных пластинок. На задней части тела располагается аборальный орган. Щупальца отсутствуют. Рот помещается в глубине тела на передней его части. Обратите внимание на нежную консистенцию тела животного.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика и систематика гребневиков.
2. Морфология гребневиков.
3. Размножение гребневиков.
4. Отличия гребневиков от кишечнополостных.
5. Значение гребневиков.

Плоские черви

9. Турбеллярии. Сосальщики.

- 9.1. Общая характеристика и систематика
- 9.2. Морфологический обзор
- 9.3. Систематический обзор
- 9.4. Описание макро- и микропрепаратов
- 9.5. Дополнительные сведения

Материальное обеспечение:

- влажные препараты печеночного, кошачьего и ланцетовидного сосальщиков; микропрепараты молочной планарии, печеночного, кошачьего и ланцетовидного сосальщиков, полистомы;
- живые молочные или бурые планарии;

- микроскопы;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных препаратов, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка; изучение слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

Гельминтология является разделом зоологии и изучает вопросы морфологии, систематики, фаунистики, физиологии, экологии и эволюции паразитических червей и вызываемые ими заболевания растений, животных и человека.

9.1. Общая характеристика

Плоские черви — животные с билатеральной (двусторонней) симметрией тела. Тело плоских червей имеет трехслойное строение и состоит из: эктодермы, мезодермы и энтодермы; сжато в спинно-брюшном направлении. Кожно-мускульный мешок покрывает тело плоских червей и имеет различное строение у представителей данного типа животных. Полость тела отсутствует, а пространство между органами заполнено паренхимой из соединительной ткани. Пищеварительная система состоит из 2-х отделов: передней и средней кишки, заканчивающейся слепо. У некоторых форм, ведущих паразитический образ жизни, пищеварительная система редуцирована. Нервная система представлена парным мозговым ганглием и отходящими от него кзади главными нервными стволами, соединяющихся поперечными комиссурами. Наиболее развиты два боковых (брюшных) нервных ствола. Дыхательная и кровеносная системы отсутствуют. Выделительная система представлена протонефридиями — особыми канальцами, начинающимися в паренхиме звездчатыми клетками и открывающиеся наружу выделительным отверстием. В половом отношении плоские черви гермафродиты, лишь единичные виды раздельнополые. Половая система имеет сложное строение. Оплодотворение чаще внутреннее. Развитие, особенно паразитических видов, сложное, протекающее со сменой хозяев.

Систематика

Тип Плоские черви (Plathelminthes)

Класс Ресничные черви (Turbellaria)

Отряд Трехветвистокишечные (Tricladida)

Вид: молочная планария (Dendrocoelium lacteum)

Класс Дигенетические сосальщики (Trematoda)

Отряд Фасциолиды (Fasciolida)

Виды: печёночный сосальщик (Fasciola hepatica)

ланцетовидный сосальщик (Dicrocoelium lanceatum)

кошачий сосальщик (Opisthorchis felineus)

Класс Моногенетические сосальщики (Monogenea)

Отряд Гиродактилиды (*Gyrodactylidea*)

Вид: лягушащий сосальщик (*Polystoma integerrimum*)

9.2. Морфологический обзор **Класс Ресничные, или Турбеллярии**

Известно более 3 000 видов турбеллярий, обитающих в морях, пресных водах и влажной почве.

Рассмотрим морфологию ресничных червей на примере типичного представителя — молочной планарии (*Dendrocoelium lacteum*).

Своё название она получила за цвет тела, достигая в длину до 3 см. Головная часть тела как-бы срезана, задняя — заострена. Спереди расположена пара *глаз* в виде чёрных точек, а по бокам — *выросты* в виде лопастей, под которыми с брюшной стороны находится *присасывательная ямка*, выполняющая роль органа фиксации червя. На середине брюшной стороны тела имеются два отверстия: *ротовое* и *половое*. Последнее несколько смещено кзади. На спинной стороне открываются 8 пар *выделительных отверстий*.

Днём планарии сидят под различными подводными предметами: камнями, гниющими листьями растений, корягами. С наступлением ночи планарии разбредаются в поисках добычи. Передвигаясь, эти животные могут удлинять и сокращать тело, некоторые могут и плавать. Типичный способ передвижения планарии — это скольжение по субстрату, напоминающее ползание улиток, но более быстрое. Все планарии хищники и главными компонентами их рациона являются мелкие ракообразные, черви, личинки насекомых.

Покровы тела молочной планарии представлены *кожно-мышечным мешком*. Роль кожи здесь играет *однослойный ресничный эпителий*. Его клетки имеют цилиндрическую форму и на своей поверхности несут *реснички*, представляющие собой выросты протоплазмы клеток. Синхронные колебания ресничек облегчают передвижение турбеллярий. Среди эпителиальных клеток располагаются особые образования палочковидной формы — *рабдиты*. Функции рабдит полностью не выяснены. Известно, что они могут выбрасываться наружу, и разбухая в воде, покрывают тело червя слизью. Клетки эпителия располагаются на *базальной мембране*, отделяющей его от слоя мышц. Под базальной мембраной находится слой *поперечных мышечных волокон*. Под ним — слой *косых (диагональных) мышечных волокон* и *продольные мышцы*, развитые наилучшим образом. Кроме того, всю толщу тела пронизывают *спиннобрюшные (дорсо-вентральные) мышечные пучки*. Вся мускулатура представлена гладкой мышечной тканью.

Таким образом, мерцательный эпителий, базальная мембрана и слои мышц формируют *кожно-мышечный мешок*, в котором помещаются все внутренние органы животного.

Внутреннее пространство между стенками мешка заполнено *паренхимой*, состоящей из клеток соединительной ткани. От каждой паренхиматозной клетки тянется несколько отростков, переплетающихся между таковыми соседних клеток, формируя своеобразную сетчатую структуру синцитиального типа. В паренхима-

тозных клетках образуются рабдиты, накапливаются запасные питательные вещества, за счёт этих клеток происходят регенеративные процессы.

На брюшной стороне тела ближе к задней его части располагается *ротовое отверстие*, снабжённое запирательными мышцами. Рот ведёт в расширенную полость, где размещается *глотка*, способная вытягиваться наподобие хоботка из рта и захватывать добычу. Глотка продолжается в *кишечник*, имеющий ветвистую структуру (отсюда название отряда). Одна из ветвей кишечника направлена к головной части тела, а две других — к задней. Каждая ветвь делится на вторичные, третичные, четвертичные и т.д. разветвления, что многократно увеличивает всасывательную поверхность кишки. Клетки эпителия кишечника колбообразной формы, обладают способностью захватывать пищевые частицы и переваривать их (т.н. пищеварительный фагоцитоз). Непереваренные продукты выделяются в полость кишечника, откуда сильными сократительными движениями мышц удаляются наружу через ротовое отверстие.

Дыхательная система у молочной планарии отсутствует. Дыхание осуществляется диффузно через покровы тела.

Нервная система состоит из парных *головных нервных ганглиев* и отходящих от них *нервных стволов*. Головные ганглии, соединяясь между собой формируют т.н. “головной мозг”. От него вперёд отходят короткие разветвлённые *головные нервы*. Назад от головных ганглиев тянутся два наиболее развитых *брюшных нервных ствола* и менее развитые *спинные*. Брюшные стволы соединяются между собой посредством поперечных кольцеобразных перетяжек (*комиссур*), охватывающих при этом и спинные нервные стволы. Такой тип нервной системы получил название *лестничной*, или *ортогона*. Кроме того, от брюшных стволов отходят многочисленные *боковые нервные тяжи*.

Органы чувств представлены парой *глаз* и *головными лопастями*. Осязательным чувством обладает вся кожа, а также головные лопасти. Химические раздражения воспринимаются длинными неподвижными ресничками, разбросанными по всему телу планарии. К ресничкам подходят *чувствительные отростки* нервных клеток. Органами зрения являются *глаза*, состоящие из *пигментного бокала*, в полость которого вдаётся светочувствительная часть рецепторов. От них отходят нервные волокна, идущие к “мозгу”. Пигментный бокал обращён своей вогнутой стороной к поверхности тела, поэтому свет вначале проходит через рецепторы, а затем уже через их светочувствительные части. Такие глаза называются *обращёнными*, или *инвертированными*.

Выделительная система представлена *протонефридиями* (от греч. “протос”- простой, первичный и “нефрос”- почка). Начинаются они особыми (*пламенными*) клетками, от которых отходят *выделительные каналы* (по одному от каждой клетки). Внутри клетки, в начальную часть канала вдаётся пучок *ресничек*, при движении напоминающий игру пламени. Через истончённую клеточную стенку продукты диссимиляции поступают в канал с током жидкости, возбуждаемой движениями пучка ресничек. Затем продукты выделения поступают в *главные выделительные каналы*, образованные путём слияния канальцев, открывающиеся наружу выделительными отверстиями. Протонефридии имеют эктодермальное происхождение, а их функция заключается больше в регуляции осмотического давления, чем в выделении

продуктов обмена веществ. Этим объясняется отсутствие протонефридий у морских турбеллярий, продукты выделения которых удаляются особыми клетками — *амёбоцитами*, которые выходят наружу через покровы тела.

В половом отношении молочная планария гермафродит. Мужская половая система состоит из 200-300 пузырьковидных *семенников*, расположенных ближе к бокам тела. *Выносящие каналы* семенников впадают в *семяпроводы*, сливающиеся в *семенной пузырь*. В его нижней части начинается *семяизвергательный канал*, проходящий через совокупительный орган — *циррус* и открывающийся на его конце. Циррус помещён в особом вместилище — *сумке цирруса*, или *кармане цирруса*. Женская половая система состоит из двух *яичников*, их *выводных протоков* и *придаточных желез*. От яичников, расположенных вблизи головной части тела, отходят длинные *яйцеводы*, соединяющиеся в непарном *влагалище*. Последнее открывается наружу у сумки цирруса *половой клоакой*. Кроме того, имеется *копулятивная сумка*, служащая для наполнения спермой партнёра при перекрёстном оплодотворении. Некоторые турбеллярии, в том числе, и молочная планария, способны к бесполому размножению путём деления тела на метамерные части.

Оплодотворение у планарии внутреннее. При перекрёстном оплодотворении каждый партнёр вводит свой циррус в копулятивную сумку другого, из которой сперма поступает в половую клоаку, где происходит оплодотворение яиц. Комплект таких яиц покрывается секретом *желточных клеток*, который затвердевает и образует *кокон*, прикрепляемый червём к подводным предметам. Кокон имеет округлую форму и содержит от 5 до 42 яиц.

Развитие у пресноводных и наземных форм прямое, без метаморфоза. У морских турбеллярий из яйца выходит *мюллеровская личинка*, обладающая на ранних этапах развития радиальной симметрией. Затем личинка оседает на дно и превращается в типичного червя.

Класс Дигенетические сосальщики, или Трематоды

Класс дигенетических сосальщиков (Trematoda) полностью состоит из паразитов беспозвоночных и позвоночных животных, насчитывая около 4 000 видов.

В длину сосальщики достигают от нескольких миллиметров до 1,5 метра (эти последние найдены у акул). Форма тела чаще листовидная или лентовидная. На переднем конце тела с вентральной стороны имеется *ротовая присоска* в виде мускулистого валика округлой формы. Вторая присоска — *брюшная* — есть у большинства трематод и располагается ближе к средней части тела червя. Присоски — это *органы фиксации* трематод в теле хозяина. На дне ротовой присоски открывается *рот*, но первоначально считали, что обе присоски ведут в рот, почему и возникло неправильное название этих животных — *двуустки* (Distoma).

Покровы трематод носят название *тегумента*. Верхний слой *эпителия* не имеет ресничек, клеточных оболочек и ядер, но содержит большое количество митохондрий и плотные образования — *кутикулярные шипики*, являющиеся дополнительными органами фиксации. Эпителий располагается на *базальной мембране*, пронизанной цитоплазматическими тяжами, соединяющими его со слоем *погружённого эпителия*. Клетки последнего имеют чёткие границы и содержат ядра. Под базаль-

ной мембраной находится слой *кольцевых* и *продольных мышц*. *Паренхима*, заполняющая пространство между внутренними органами в кожно-мускульном мешке, устроена аналогично таковой ресничных червей.

Пищеварительная система трематод представлена *ротовым отверстием*, которое находится на дне ротовой присоски. Далее следует мускулистая *глотка*, продолжающаяся в узкий *пищевод*. Он переходит в двуветвистую слепозаканчивающуюся *среднюю кишку*, тянущуюся по бокам тела. У некоторых трематод средняя кишка имеет боковые выпячивания, что увеличивает её всасывательную поверхность.

Нервная система дигенетических сосальщиков состоит из парного *мозгового ганглия*, от которого отходят нервные тяжи. К задней части тела тянется три пары нервных стволов: *брюшные*, *спинные* и *боковые*, соединяющиеся между собой поперечными *комиссурами*. Поэтому нервная система трематод, также как и турбеллярий, *лестничного типа*. Из всех нервных тяжей наилучшим образом развиты брюшные. Органы чувств представлены *кожными рецепторами* и небольшими *глазками*. Последние функционируют только у личинок трематод.

Выделительная система *протонефридиального типа* и состоит из пары главных *выделительных каналов*, ветвящихся на *боковые канальцы*, которые заканчиваются *звёздчатыми клетками (артроцитами)* с пучками *мерцательных ресничек*. Главные каналы в задней части тела соединяются, образуя *мочевой пузырь* (не у всех трематод), который открывается наружу отверстием выделительной системы.

Половая система трематод имеет сложное строение. В подавляющем большинстве сосальщики являются гермафродитами, лишь единичные виды раздельнополы. Мужская половая система представлена двумя округлыми, лопастными или древовидно разветвлёнными *семенниками* с отходящими от них *семяпроводами*. Последние сливаются и образуют *семяизвергательный канал*. Он проходит через совокупительный орган (*циррус*) и открывается на его конце. Как и у турбеллярий, циррус трематод размещается в *совокупительной сумке* и способен выпячиваться наружу из *мужского полового отверстия*. Женская половая система состоит из непарного *яичника*, в котором формируются яйца, и из *желточников*, где образуются богатые питательными веществами *желточные клетки*. Проток яичника — *яйцевод* и протоки желточников впадают в небольшой резервуар — *оотип*. В нём происходит оплодотворение яиц, которые затем окружаются желточными клетками, поступающими по желточным протокам. В оотипе открывается *семяприёмник*, где хранится сперма, полученная от других особей при перекрёстном оплодотворении. В стенке оотипа находятся скопления *скорлуповых желез* — *телец Мелиса*, которые выделяют для оплодотворённых яиц вещества, формирующие вокруг них плотные оболочки. В таком виде яйца из оотипа поступают в длинный проток — *матку*. Она открывается наружу *женским половым отверстием* рядом с таковым копулятивного органа. Накапливающиеся в оотипе трематод избытки спермы и желточных клеток выбрасываются во внешнюю среду через короткий проток — *лауреров канал*, открывающийся на спинной стороне тела червя.

У многих видов, в яйцах, находящихся в матке, начинается эмбриональное развитие личинок, поэтому во внешнюю среду попадает яйцо с уже сформировав-

шейся личинкой. Это выгодно в том отношении, что развивающиеся личинки выходят уже вполне готовые к самостоятельной жизни.

Оплодотворение у сосальщиков перекрёстное, гораздо реже отмечается самооплодотворение. Представители семейства Schistosomatidae, паразитирующие в кровеносной системе млекопитающих, являются раздельнополыми. Более крупный самец носит самку в особом “кармане”, который образован складками краёв его тела.

Необходимую для жизнедеятельности энергию трематоды получают в результате расщепления откладываемого в их тканях гликогена, составляющего иногда до 65% от массы тела.

Жизненный цикл сосальщиков сложен, так как связан со сменой хозяев и чередованием личиночных стадий развития самих паразитов. Для удобства рассмотрим основные понятия, характеризующие циклы развития сосальщиков.

Марита — половозрелый гельминт.

Мирацидий — первая личиночная стадия большинства трематод.

Спороциста — вторая личиночная стадия трематод, способная к партеногенетическому размножению.

Редия — третья личиночная стадия трематод, способная к партеногенетическому размножению.

Церкария — четвёртая личиночная стадия трематод.

Адолескарий (метацеркарий) — пятая личиночная стадия трематод, способная вызвать заболевание при попадании в тело окончательного хозяина (т.н. *инвазионная* личинка). Адолескарий превращается в мариту.

Окончательный хозяин, или дефинитивный — организм, в теле которого паразит становится половозрелым и способен вызвать тяжёлое заболевание.

Промежуточный хозяин — организм, в теле которого паразит проходит одну или несколько личиночных стадий развития.

Дополнительный хозяин — второй промежуточный хозяин.

Облигатный, или обязательный хозяин — организм, в котором паразит находит наилучшие условия для своего развития.

Факультативный хозяин — организм, в котором паразит может обитать, но к которому он не приспособлен.

Резервуарный хозяин — организм, в теле которого паразит не получает дальнейшего развития, а лишь накапливается на инвазионной стадии.

Рассмотрим циклы развития трёх трематод: печёночного, ланцетовидного и кошачьего сосальщиков.

Печёночный сосальщик (*Fasciola hepatica*) паразитирует в желчных протоках печени мелкого и крупного рогатого скота, лошадей, свиней, верблюдов, диких млекопитающих, а также человека. Фасциолы продуцируют огромное количество яиц, которые с желчью попадают в двенадцатипёрстную кишку, а затем с фекалиями — во внешнюю среду. Для дальнейшего развития личинок необходимо наличие кислорода, оптимальной температуры (15-30*С), влажности и света. В том случае, если яйца фасциолы не попадут в воду, личинки погибают. При благоприятных условиях через две недели из яйца выходит *мирацидий* — микроскопическая личинка, покрытая ресничками. Проплавав некоторое время в воде и найдя промежуточного хозяина — брюхоногого пресноводного моллюска малого прудовика (*Lymnaea truncatula*), ми-

рацидий внедряется в его тело и мигрирует в печень. Там он сбрасывает реснички и превращается в следующую личиночную стадию — *спороцисту*. Она имеет мешковидную форму и содержит внутри зародышевые клетки, из которых затем, партеногенетически, развивается следующее поколение личинок — *редии*. Они имеют вытянутую форму тела и одну ротовую присоску. Внутри редий путём партеногенеза формируются *церкарии*. Они имеют ротовую и брюшную присоски, пищевод и кишечник. По бокам тела располагаются цистогенные (выделяющие цисту) железы. Церкарии снабжены хвостовым придатком, часто превышающим длину самой личинки в 2 раза. Из моллюска церкарии выходят в воду, свободно плавают, затем прикрепляются к подходящему субстрату (прибрежные растения, поверхностная плёнка воды) и инцистируются. При этом тело церкария округляется, а хвостовой отросток отпадает. Эта стадия называется *адолескарий* и является инвазионной. Дефинитивные хозяева заражаются при водопое, поедании прибрежной растительности, свежего сена, где имеются адолескарии. В кишечнике окончательного хозяина оболочки цисты адолескария растворяются и последние внедряются в стенку кишечника, попадают в кровеносные сосуды и заносятся в печень, где внедряются в её паренхиму и превращаются в молодых фасциол. Через 35-40 дней они проникают из паренхимы печени в желчные протоки и становятся половозрелыми. Заболевание, которое вызывают фасциолы, называется *фасциолёз*.

Ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*) паразитирует в желчных протоках печени и желчном пузыре более чем у 70 видов домашних и диких млекопитающих, преимущественно у жвачных. Встречаются дикроцелиумы и у человека. Яйца паразита с уже развитыми *мирацидиями* попадают во внешнюю среду, где их заглатывают различные виды наземных брюхоногих моллюсков. В кишечнике последних из яйца выходит мирацидий, проникает в печень, где превращается в *материнскую спороцисту*. Она путём партеногенетического размножения даёт множество *дочерних спороцист*, в которых, в свою очередь, формируются *церкарии*. Они заносятся с кровью в дыхательную полость моллюска, где обволакиваются слизью и выталкиваются наружу. Во внешней среде слизистые комочки с церкариями поедаются различными видами муравьёв (выступают в роли дополнительных хозяев). Из кишечника муравья церкарии проникают в полость его тела, теряют хвост, инцистируются и превращаются в *метацеркариев*. Дефинитивные хозяева заражаются во время пастьбы, проглатывая вместе с травой инвазированных метацеркариями муравьёв. После переваривания муравьёв юные паразиты проникают в печень животного и через три месяца становятся половозрелыми. Заболевание, вызываемое ланцетовидным сосальщиком, называется *дикроцелиоз*.

Кошачий сосальщик (*Opisthorchis felineus*) паразитирует в желчных протоках печени, желчном пузыре, в протоках поджелудочной железы у собак, кошек, пушных зверей, реже — у свиней и человека. Во внешнюю среду попадают яйца паразита со сформировавшимися *мирацидиями*. Промежуточным хозяином описторхиса является пресноводный брюхоногий моллюск битиния Личи (*Vithynia leachi*), который заглатывает яйца с мирацидиями. Последние в теле моллюска превращаются в *спороцисты*. Через 1 месяц спороциста партеногенетически образует *редии*, а они — *церкарии*. Церкарии выходят из тела моллюска в воду и плавают у дна водоёма, где нападают на дополнительных хозяев — карповых рыб. Церкарии проникают в мышеч-

ную и соединительную ткани рыб, инцистируются и превращаются в *метацеркарии*. Через 6 недель они становятся инвазионными. Дефинитивные хозяева заражаются при поедании сырой, мороженой или вяленой рыбы, инвазированной метацеркариями. Заболевание, вызываемое кошачим сосальщиком, называется *описторхоз*. Болезнь встречается в Европе, но главный район её распространения — бассейны рек Оби и Иртыша, где принято употреблять в пищу мороженую или слабо просоленную рыбу. Губительно на метацеркариев действует горячее копчение, варка и засолка рыбы, последняя продолжительностью 3-4 суток. Мороженую рыбу следует употреблять после выдержки не менее 3-4 недель при температуре не выше -12°C .

Все заболевания, вызываемые дигенетическими сосальщиками, называют *трематодозами*. Они являются предметом изучения ветеринарной и медицинской гельминтологии.

Класс Моногенетические сосальщики

Моногенетические сосальщики (*Monogenea*) являются экто- и эндопаразитами рыб, амфибий и рептилий.

Большинство из них обладает вытянутым и уплощённым телом, на заднем конце которого находится особый прикрепительный аппарат в виде диска с присосками, крючьями и клапанами. На переднем конце тела также имеются органы фиксации — небольшие присоски и лопасти.

Покровы тела моногенетических сосальщиков принципиально не отличаются от таковых трематод.

Пищеварительная система представлена *ртом*, *мускулистой глоткой*, коротким *пищеводом* и разветвлённым, либо неразветвлённым *кишечником*.

Нервная система устроена по типу ортогона, органы чувств развиты слабо.

Выделительная система состоит из *протонефридиев* и экскреторных каналов, заканчивающихся двумя *выделительными порами* в передней части тела.

В половом отношении моногеней — гермафродиты. Имеется один или несколько *семенников*, от которых отходят *семяпроводы*. Сливаясь между собой они образуют *семенной пузырь*. Женская половая система состоит из одного *яичника*, хорошо развитых *желточников*, короткой *матки* и *оотипа*. В передней части тела червя располагается *половое отверстие*, в которое открываются матка и *мужской совокупительный орган*, вооружённый хитиноидными иголочками и крючочками.

Рассмотрим жизненные циклы моногеней на примере лягушачьего сосальщика, дактилогируса и гиродактилюса.

Лягушачий сосальщик (*Polystoma integerrimum*) паразитирует в мочевом пузыре лягушек. Этот паразит становится половозрелым на третий год своей жизни. Лягушка приступает к размножению также на третий год жизни. Одновременно с хозяином откладывают яйца и полистомы. Их личинки по выходе из яиц прикрепляются к жабрам ещё совсем маленьких головастиков. Атрофия жабр у головастика принуждает полистом по коже мигрировать в клоаку, а оттуда — в мочевой пузырь головастика, где через три года сосальщики превращаются в марит. Так происходит переход полистом от эктопаразитизма к эндопаразитизму.

Дактилогирусы (*Dactylogyrus*) паразитируют на жабрах рыб, преимущественно карпообразных. Это мелкие черви длиной 1-3 мм. Они откладывают яйца на протяжении всего года. Вылупившиеся личинки имеют две пары глаз, на заднем конце тела располагаются мелкие эмбриональные крючочки. Личинки дактилогирусов оседают на кожу рыб и через 7-9 дней становятся половозрелыми. Низкие зимние температуры воды препятствуют размножению этих червей. Вызывают заболевания рыб под общим названием *дактилогирозы*.

Гиродактилюсы (*Gyrodactylus*) паразитируют на коже карпообразных и лосообразных рыб. В длину эти черви достигают 0,6-1 мм. На переднем конце тела имеются две лопасти, глаз нет. Задняя часть тела снабжена прикрепительным диском, несущим пару центральных (наиболее крупных) и 16 краевых крючьев. Особенностью размножения гиродактилюсов является то, что в матке взрослой особи развивается только одно яйцо. После оплодотворения оно превращается не в личинку, а во взрослого паразита. В матке этой нерождённой дочерней особи закладывается ещё одно яйцо, которое без оплодотворения развивается во внучатую особь. В матке последней, партеногенетически, развивается правнучатая, дающая, в свою очередь, особь следующего поколения. Своеобразный жизненный цикл гиродактилюса представляет собой *гетерогонию* — чередование половых поколений с партеногенетическими. Эти паразитические черви вызывают заболевания рыб под названием *гиродактилёзы*.

9.3. Систематический обзор

Класс Ресничные черви (Turbellaria)

Отряд Бескишечные (Acoela)

Мелкие, чаще морские формы, обитающие в прибрежной зоне. К этому отряду принадлежат наиболее примитивные формы ресничных червей. Отдельные виды вступают в симбиоз с зоохлореллами, имеют зелёную окраску, как, например, *Convoluta*. Кишечника нет, пищеварение внутриклеточное: пища через ротовое отверстие поступает в паренхиму, где и переваривается.

Отряд Многоветвистокишечные (Polycladida)

Морские, наиболее крупные ресничные черви, достигающие в длину 16 см. Известно около 300 видов. Окраска яркая, развитие происходит с метаморфозом.

Отряд Трёхветвистокишечные (Tricladida)

Среди представителей данного отряда есть морские, пресноводные и почвенные формы. Наиболее характерным признаком отряда является трёхветвистость средней кишки. Известно около 500 видов. В озере Байкал встречается поликотилус (*Polycotilus* sp.), достигающий в длину 30 см.

Отряд Прямокишечные (Rhabdocoela)

Морские или пресноводные формы с неветвящейся средней кишкой. Известно около 400 видов. Паразитические формы поселяются на моллюсках и других беспозвоночных.

Отряд Гнатостомулиды (Gnathostomulida)

Около 80 видов, длиной не более 2 мм. Обитают во влажном песке морских побережий. Открыты в середине XX века.

Отряд Темноцефалиды (Themnocephalida)

Эктопаразиты тропических пресноводных ракообразных, моллюсков, водных черепах. Это мелкие черви, имеющие спереди щупальца, а сзади прикрепительные присоски с клейкими железами.

Отряд Удонеллиды (Udonellida)

Некоторые авторы выделяют этот отряд в ранг класса. Систематическое положение удонеллид не ясно. Являются сверхпаразитами веслоногих раков, паразитирующих на морских рыбах.

Класс Дигенетические сосальщики (Trematoda)

Наибольшее ветеринарное и медицинское значение имеют представители двух отрядов трематод.

Отряд Фасциолида (Fasciolida)

Включает в себя 8 подотрядов. Форма тела самая разнообразная. Ротовая присоска располагается в передней части, брюшная — несколько ниже или вблизи ротовой. Желточники находятся по бокам тела в виде гроздевидных образований. Половые отверстия открываются впереди от брюшной присоски. В цикле развития участвуют один или два промежуточных хозяина. Представители: печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*), ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*), кошачий сосальщик (*Opisthorchis felinus*). Являются паразитами сельскохозяйственных животных и человека.

Отряд Шистостоматида (Schistostomatida)

Включает 2 подотряда. Главной особенностью представителей этого отряда является их раздельнополость. Присоски развиты слабо. Яйца снабжены одним или двумя шипиками. Паразитируют в кровеносной системе птиц и млекопитающих. Развиваются с участием одного промежуточного хозяина.

Класс Моногенетические сосальщики (Monogenea)

Включает 2500 видов, относящихся к двум подклассам.

Подкласс Низшие моногенеи (Polyonchoinea)

Прикрепительный диск вооружён сильно развитыми крючьями, несёт одну или несколько присосок. Являются паразитами пресноводных и морских рыб, амфибий и рептилий. Многие виды низших моногеней перешли от эктопаразитизма к эндопаразитизму.

Подкласс Высшие моногенеи (Olygonchoinea)

Исключительно паразиты рыб. Имеют специализированные органы прикрепления — клапаны, по механизму действия напоминающие капкан. Крючья у взрослых червей рудиментарны. У личинок высших моногеней обычно имеется 10 краевых крючьев.

9.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат: Печёночный сосальщик

Фасциола имеет удлинённо-листовидную форму тела длиной до 3 см. Передний конец тела паразита конусовидный, на его вершине располагается ротовая при-

соска. Брюшная присоска больше ротовой и смещена кзади. Цвет тела фасциолы бледный, грязно-серый.

Макропрепарат: Фасциолы в печени

На разрезе печени в просвете желчных ходов заметны фасциолы.

Макропрепарат: Ланцетовидный сосальщик

На кусочке печени заметен паразит ланцетовидной формы серого цвета. Длина около 1 см. Сквозь покровы тела в его средней и задней части видна просвечивающаяся петлистая матка.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Молочная планария

Тело червя длиной до 2 - 2,5 см, сжатое в спинно-брюшном направлении. Ротовое отверстие находится на брюшной стороне, ведёт в мускулистую глотку, которая видна в виде тёмного пятна в центре тела планарии. От глотки отходят три ветви средней кишки. На переднем конце тела заметны глаза в виде двух чёрных точек.

Микропрепарат: Печеночный сосальщик (Фасциола)

Ротовая присоска находится на вершине конусообразного выступа. За ней следуют рот, глотка, переходящая в короткий пищевод. Он делится на две кишечные ветви, которые тянутся к задней части тела. Боковые поля паразита заняты гроздьями желточников, образующих сплошную кайму, особенно широкую в задней части. На границе передней и средней трети тела в виде тоненьких коричневого или чёрного цвета нитей заметны желточные протоки, сливающиеся в желточный резервуар (в виде тёмного пятнышка). В задней части расположены два разветвлённых семенника. Впереди брюшной присоски заметен совокупительный орган — циррус. Ниже брюшной присоски видна петлевидно извитая матка, заполненная большим количеством яиц. Позади матки слева или справа (от ориентации препарата) расположен яичник, по форме напоминающий олений рог. От него отходит яйцевод, впадающий в оотип. Он лежит впереди желточного резервуара и имеет вид размытого пятна.

Микропрепарат: Ланцетовидный сосальщик (Дикроцелиум)

На передней части тела находится ротовая присоска с ротовым отверстием, ведущим в мускулистую глотку, от которой отходит короткий пищевод. Он разветвляется на две кишечные ветви, заканчивающиеся слепо у заднего конца тела. Ниже разветвления пищевода заметен червеобразный мускулистый совокупительный орган, лежащий в сумке. Недалеко от последней располагается более крупная брюшная присоска (не на всех препаратах). За присоской один под другим находятся два больших семенника. К заднему семеннику примыкает небольшой яичник, ниже которого заметен округлой формы семяприёмник. По бокам тела в стороне от ветвей кишечника лежат гроздевидные желточники. Середина средней и нижней частей тела занята петлями рубчатой матки, заполненной яйцами.

Микропрепарат: Кошачий сосальщик (Описторхис)

Строение пищеварительной системы аналогично вышеописанному виду. В задней части тела между ветвями средней кишки лежат два лопастных семенника. Позади брюшной присоски (видна не на всех препаратах) находится извитой семявыносящий канал, а впереди её — сумка цирруса. Впереди семенников лежат небольшой яичник и несколько больший семяприёмник. Средняя часть тела заполнена петлевидной маткой с яйцами. Параллельно матки по краям тела заметны желточники. Между семенниками проходит S-образно изогнутый канал выделительной системы.

Микропрепарат: Редии и церкарии

Редия имеет удлинённую форму, её полость заполнена церкариями. Тело церкария отчётливо поделено на овальной формы передний отдел и хвостовой придаток. У отдельных церкариев заметны ротовая и брюшная присоски.

Микропрепарат: Лягушачий сосальщик (Полистома)

Задняя часть тела паразита несёт большой прикрепительный диск с шестью крупными присосками. Ближе к заднему краю диска располагается пара больших крючьев. На переднем конце тела в виде просветления заметно ротовое отверстие, ведущее в мускулистую глотку. Кишечник разветвлённый, окрашен в тёмный цвет, занимает большую часть тела полистомы. В передней части тела между ветвями кишечника заметен яичник овальной формы.

9.5. Дополнительные сведения ***Редии и церкарии сосальщиков***

Типичные редии имеют вытянутое цилиндрическое тело с парой *локомоторных*, или *двигательных выростов*, расположенных в его задней части. Молодые редии весьма подвижны. Они активно питаются, поглощая плотные ткани и кровь хозяина. Однако, оставаясь паразитами моллюсков, редии нередко ведут себя как настоящие хищники. Они пожирают более мелких редий своего же вида или питаются спороцистами — “конкурентами”. Путём партеногенеза внутри редий развиваются дочерние редии, сильно заселяя организм моллюска-хозяина. Обычно они держатся на поверхности или в толще печени, питаясь её тканями. В летнее время редии образуют церкариев. Покидая редию, церкарии на некоторое время задерживаются в кровеносных лакунах моллюска, накапливая в своём теле необходимые запасы гликогена.

Церкарии — свободноживущие, плавающие в воде личинки. Их тело несёт на заднем конце хвостовой придаток — орган передвижения. Продолжительность свободной жизни церкариев определяется тремя условиями: количеством накопленного гликогена, температурой воды, которая регулирует скорость его потребления, и особенностями поведения самих церкариев. Чем прохладнее вода, тем дольше могут прожить личинки. Поиски хозяина, необходимого для дальнейшего развития, не всегда завершаются успехом. По мере того как расходуется гликоген, основные запасы которого сосредоточены в хвосте, движения церкариев становятся всё более вялыми. Они теряют способность плавать и опускаются на дно, где живут ещё некоторое время за счёт остатков гликогена. У некоторых церкариев для облегчения проникно-

вения в тело хозяина в ротовой присоске находится особый копьевидный орган — *стилет*, орудуя которым, церкарии разрывают покровы хозяина и внедряются в него. После купания в водоёме, где много стилетных церкариев, человек может ощущать жжение и зуд на коже, её покраснение, напоминающее крапивницу. Такое явление уже несколько лет подряд отмечается на озерах Нарочь, Мясстро, Баторино, Мядель и др. Это признаки “атаки” кожи человека стилетными церкариями, хотя особой опасности это не представляет. В случаях индивидуальной предрасположенности может возникнуть аллергическая реакция, что более серьёзно.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика плоских червей.
2. Систематика плоских червей.
3. Строение ресничных червей на примере молочной планарии.
4. Развитие турбеллярий.
5. Значение ресничных червей в природе.
6. Особенности морфологии трематод по сравнению с ресничными червями.
7. Основные понятия жизненного цикла сосальщиков.
8. Цикл развития фасциолы.
9. Цикл развития ланцетовидного сосальщика.
10. Цикл развития кошачьего сосальщика.
11. Строение фасциолы.
12. Отличительные черты в морфологии ланцетовидного и кошачьего сосальщиков.
13. Особенности морфологии и биологии партеногенетических стадий сосальщиков.
14. Строение моногеней.
15. Цикл развития лягушачьего сосальщика.
16. Морфология полистомы.
17. Особенности строения дактилогирусов и гиродактилюсов.
18. Биологическое значение сосальщиков.

10. Ленточные черви

- 10.1. Общая характеристика и систематика
- 10.2. Морфологический обзор
- 10.3. Систематический обзор
- 10.4. Описание макро- и микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты ленточных червей и их личиночных форм; микропрепараты гермафродитного и зрелого члеников бычьего цепня, сколексов свиного и бычьего цепней, зрелого членика лентеца широкого;
- микроскопы;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных препаратов ленточных червей, микропрепаратов члеников и сколексов цепней; рисунков, их зарисовка; слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие

10.1. Общая характеристика

Ленточные черви являются эндопаразитами преимущественно позвоночных животных и человека. Имеют плоское, лентовидное тело, состоящее из члеников, число которой может колебаться от 3 до нескольких тысяч. Органами фиксации ленточных червей служат присоски, присасывательные щели и хоботки с крючьями. Пищеварительная, дыхательная и кровеносная системы отсутствуют. Все ленточные черви являются гермафродитами. Развитие ленточных червей чаще протекает в организмах окончательных и промежуточных хозяев, значительно реже один организм выступает в роли и окончательного и промежуточного хозяина.

Систематика

Тип Плоские черви (Plathelminthes)
Класс Ленточные черви (Cestoda)
Отряд Цепни (Cyclophyllidea)
Виды: свиной цепень (Taenia solium)

бычий цепень (Taeniarhynchus saginatus)
огуречный цепень (Dipylidium caninum)
карликовый цепень (Hymenolepis nana)
эхинококк (Echinococcus granulosus)
альвеококк (Alveococcus multilocularis)
овечий мозговик (Multiceps multiceps)
мониезия (Moniezia expansa)
Отряд *Лентецы (Pseudophyllidea)*
Виды: *лентец широкий (Diphyllobothrium latum)*
ремнец (Ligula intestinalis)

10.2. Морфологический обзор

Ленточные черви, или Цестоды (Cestoda) получили своё название за форму тела, напоминающего ленту. В половозрелом состоянии все цестоды паразитируют в пищеварительном тракте позвоночных животных. Наиболее характерная черта цестод — утрата ими пищеварительной системы. Поселяясь в организме животных и человека, ленточные черви вызывают заболевания, называемые *цестодозы*.

Тело ленточных червей состоит из *головки (сколекса)*, *шейки* и собственно тела, или *стробила*. На сколексе располагаются органы прикрепления — *присоски*, *венчик хитинизированных крючьев*, *хоботки*, *ботрии (присасывательные щели)* и *ботридии (щели с перегородками)*. Для каждого вида цестод характерен свой прикрепительный аппарат, что является важнейшим признаком при систематическом определении. При помощи органов фиксации ленточные черви удерживаются на внутренней стенке кишечника окончательного хозяина. Шейка — несегментированный участок тела позади сколекса, является зоной роста, формируя стробила. Последнее состоит из отдельных фрагментов — *члеников*, или *проглоттид*. Длина тела ленточных червей достигает от нескольких мм до десятков метров, а число члеников стробила составляет от 2-5 до нескольких сотен и тысяч.

Тело цестод покрыто типичным кожно-мышечным мешком, сходным по строению с таковым трематод. На поверхности наружного цитоплазматического слоя имеется бесчисленное количество волосковидных выростов (*микротрихий*). Они выполняют функцию фиксации и служат для всасывания пищеварительных ферментов хозяина. Под базальной мембраной располагается *кольцевой* и *продольный слой* гладких мышечных волокон. У многих цестод имеются и спинно-брюшные мышечные пучки. Пространство между внутренними органами заполнено *паренхимой*, состоящей из клеток соединительной ткани.

Нервная система ленточных червей представлена парным *головным ганглием* с отходящими от него вперёд и назад продольными *нервными стволами* (5 пар). Наиболее развита пара *брюшных стволов*, проходящих вблизи каналов выделительной системы. Продольные стволы соединяются между собой *поперечными комиссурами* (типичная система ортогона).

Выделительная система *протонефридиального типа*. Она состоит из множества рассеянных в паренхиме *мерцательных клеток*, с отходящими от них *выделительными канальцами*. Они впадают в четыре *главных продольных канала*, соеди-

няющихся между собой перемычками в каждом членике стробила. Продольные каналы открываются на конце последнего членика.

Половая система цестод гермафродитная и напоминает таковую сосальщиков. В члениках верхней части стробила половые органы не развиты (*незрелые членики*). В члениках средней части формируются мужская и женская половые системы, поэтому эти членики называются *гермафродитными*. В задней части стробила находятся *зрелые членики* с сильно разросшейся маткой, заполненной яйцами, и атрофированными остальными органами половой системы. В отдельном членике стробила развивается по одному комплекту мужских и женских половых органов. У некоторых цестод (мониезии, тизаниезии и др.) в одном членике находятся два и более комплекта половых органов. В гермафродитных члениках вначале развивается мужская половая система, а затем женская. Мужская половая система состоит из *семенников* (от одного до нескольких сотен). От каждого семенника отходят *семявыносящие каналы*, сливающиеся в общий *семяизвергательный канал*, который проходит через *совокупительный орган (циррус)* и открывается *мужским половым отверстием*. Перед циррусом семяизвергательный канал образует особые расширения — *семенные пузырьки*, где накапливается сперма. Циррус и семенные пузырьки заключены в особую мышечную сумку — *бурсу цирруса*. Женская половая система устроена более сложно. В задней части членика находится *яичник*, от которого отходит *яйцевод*, переходящий во *влагалище*, которое открывается *женским половым отверстием* рядом с мужским в особом впаивании покровов — *половой клоаке*. В проксимальной части влагалища расширяется и образует *семяприёмник*. Из яичника в яйцевод поступают яйцеклетки, из семяприёмника — сперматозоиды. После оплодотворения зиготы поступают по яйцеводу в *оотип*, куда впадает *желточный проток и проток скорлуповых желез (тельца Мелиса)*. *Желточники* продуцируют питательные вещества, а скорлуповые железы — секрет, образующий оболочку яиц. Из оотипа сформировавшиеся яйца попадают в *матку*. У цепней матка *закрытого типа*, т.е. не имеет выводного отверстия и во внешнюю среду попадают зрелые членики, заполненные яйцами. У лентецов матка *открытого типа*, т.е. она открывается выводным отверстием на брюшной стороне членика, а во внешнюю среду поступают только яйца.

Наиболее крупные из цестод образуют в течение своей жизни колоссальное количество яиц. Так, бычий цепень за 20 лет жизни производит около 11 млрд. яиц.

Оплодотворение у ленточных червей происходит как перекрёстно, так и путём самооплодотворения, причём совокупительный орган одного членика вводится во влагалище другого, или, изгибаясь, во влагалище того же самого членика.

Большинство цестод развивается со сменой хозяев, причём у одних групп в цикле развития происходит смена двух хозяев (промежуточного и окончательного), у других — трёх (промежуточного, дополнительного и окончательного).

Бычий, или невооружённый цепень (*Taenia hydatosa*) в половозрелом состоянии паразитирует в кишечнике человека. Промежуточным хозяином для бычьего цепня является крупный рогатый скот. Паразит распространён во всех странах мира. Длина взрослого червя может достигать 4-10 м при ширине около 1 см. Сколекс с четырьмя присосками, без крючьев. В зрелых члениках матка имеет 15-38 боковых ответвлений, в одном членике содержится около 175 тыс. яиц. Из организма

человека с фекалиями зрелые членики попадают во внешнюю среду. Покинувшие кишечник человека членики могут самостоятельно передвигаться и рассеивать яйца. За сутки больной человек выделяет до 28 члеников, содержащих около 5 млн. яиц. Продолжительность жизни бычьего цепня составляет около 10 лет. Крупный рогатый скот заражается, заглатывая вместе с травой яйца паразита. Внутри яйца находится личинка *онкосфера* с шестью крючьями. В кишечнике животного онкосфера выходит из яйца и вбуравливается в стенку кишечника, проникая в капилляры. Затем током крови она заносится в мышцы и др. органы, где превращается в следующую личиночную стадию — *цистицерк*. Он имеет вид пузырька размером с горошину. Внутри него находится сколекс, ввёрнутый внутрь наподобие пальца перчатки. Заражение человека происходит при употреблении сырой и термически плохо обработанной говядины с цистицерками. У человека, страдающего *тениаринхозом*, проявляются такие симптомы, как тошнота, боли в животе, неустойчивый стул, рвота, бессонница, головокружения, припадки, сходные с эпилептическими. Борьба с тениаринхозом заключается в выявлении и лечении больных людей, проведении ветеринарно-санитарной экспертизы туш убойных животных. Эти мероприятия направлены на разрыв цикла развития между окончательным и промежуточным хозяевами.

Свиной, или вооружённый цепень (*Taenia solium*) отличается от бычьего меньшей длиной тела (2-8 м), строением сколекса (4 присоски и венчик с крючьями) и зрелого членика (7-12 боковых ответвлений матки). Дефинитивным хозяином для свиного цепня является человек, а промежуточным — домашние и дикие свиньи. Последние заражаются при поедании корма, в котором находятся яйца паразита. Цистицерки свиного цепня по строению сходны с цистицерками бычьего, локализуются в мышцах промежуточных хозяев. Человек заражается при употреблении в пищу свинины с финнами. При рвоте у больного человека яйца свиного цепня попадают в желудок и тонкий кишечник, где вышедшие из яиц онкосферы гематогенным путём заносятся в мышцы и дают начало цистицеркам. Таким образом, у человека развивается заболевание *цистицеркоз* на фоне *тениоза*. Тяжесть цистицеркоза зависит от места локализации финн. Наиболее тяжёлые случаи отмечаются при локализации цистицерков в мозгу. Мероприятия для борьбы с тениозом и цистицеркозом аналогичны как и при тениаринхозе.

Эхинококк (*Echinococcus granulosus*) — небольшая цестода длиной до 5-6 мм. Её стробило имеет всего 3-4 проглоттиды. Сколекс вооружён венчиком крючьев и четырьмя присосками. Зрелым является только самый последний членик паразита. Половозрелые цестоды локализуются в тонком кишечнике дефинитивных хозяев, которыми являются собаки, лисы, волки и другие плотоядные. С фекалиями окончательных хозяев зрелые членики эхинококка попадают во внешнюю среду. Промежуточные хозяева — жвачные, свиньи, лошади, верблюды, грызуны — заражаются при поедании травы и сена с яйцами эхинококка. Человек также может выступать в качестве промежуточного хозяина, когда в его пищеварительный тракт попадут яйца паразита. Чаще всего такое заражение возможно от пастушьих и бродячих собак, на шерсти которых могут находиться яйца эхинококка. Из проглоченного яйца в пищеварительном тракте промежуточного хозяина выходит онкосфера, которая током крови заносится в разные органы, но чаще в печень, лёгкие и селезёнку. Здесь онкосфера превращается в финну — *эхинококк*. Она представляет собой толстостенный

пузырь, заполненный бесцветной жидкостью. Внутри материнского эхинококкового пузыря могут находиться дочерние пузыри, а внутри них — внучатые и правнучатые. На внутренней поверхности стенок пузырей располагаются зародышевые сколексы, каждый из которых при попадании в тело окончательного хозяина превратится в половозрелую цестоду. Отмечен случай, когда масса эхинококкового пузыря из печени коровы достигла 60 кг. Финны эхинококка могут развиваться в теле промежуточного хозяина длительное время — 20-30 лет. Заражение окончательных хозяев происходит при поедании ими внутренних органов промежуточных хозяев с эхинококковыми пузырями. В кишечнике дефинитивного хозяина паразит становится половозрелым через 3 месяца после заражения. Комплекс мероприятий по борьбе с *эхинококкозом* включает: обследование и лечение больных собак, недопущение скармливания собакам боенских отходов, уничтожение бродячих собак, утилизация поражённых личинками эхинококка внутренних органов животных, проведение просветительской работы среди населения. Лечение эхинококкоза человека проводится хирургическим путём. Успех лечения зависит от места локализации эхинококковых пузырей и их количества. В Беларуси эхинококкоз среди домашних животных распространён повсеместно.

Альвеококк (*Alveococcus multilocularis*) по строению взрослой цестоды сходен с эхинококком, но в отличие от последнего имеет 4-5 проглоттид. Личинка альвеококка имеет вид пузыря размером с грецкий орех, внутри которого находится конгломерат мелких пузырьков неправильной формы, с зародышевыми сколексами на их стенках. Окончательными хозяевами для альвеококка являются лисицы, волки, собаки и другие, в основном, дикие плотоядные. Промежуточными хозяевами являются грызуны, редко — человек. У последнего *альвеококкоз* протекает тяжелее, чем эхинококкоз. Финна альвеококка (имеет одноимённое название) неудержимо разрастается, проникая из одного органа в другой, напоминая рост раковой опухоли. Меры борьбы с альвеококкозом животных и человека такие же, как и с эхинококкозом. Зарегистрированы случаи заболевания альвеококкозом животных в Беларуси.

Мозговик овечий (*Multiceps multiceps*) в половозрелом состоянии достигает длины до 1 м и ширины 5 мм. Паразитирует эта цестода в тонком кишечнике собак, лисиц, волков и других псовых. Сколекс вооружённый, матка в зрелом членике имеет 9-26 ответвлений. Промежуточные хозяева (овцы, козы, крупный рогатый скот, реже свиньи, лошади, иногда человек) заражаются алиментарным путём. Из яйца в кишечнике выходит онкосфера, которая проникает в кровеносные сосуды и заносится током крови в головной мозг, превращаясь в финну *ценур*. Она имеет вид пузыря размером с голубиное яйцо, заполненного жидкостью. На внутренней стенке ценура имеются зародышевые сколексы. Заболевание промежуточных хозяев носит название *ценуроз*. Локализуясь в мозге, ценур давит на мозговую ткань, вызывая её отмирание. В зависимости от того, в какой части мозга находится ценур, болезнь проявляется по-разному. Народное название — вертячка — заболевание получило за то, что больные животные совершают вращательные движения вокруг своей оси. В ветеринарной хирургии разработан метод удаления ценурозных пузырей. Для профилактики заболевания среди животных необходимо обследовать собак на наличие половозрелых гельминтов и не скармливать им головы больных ценурозом животных.

Огуречный цепень (*Dipylidium caninum*) паразитирует в тонком кишечнике собак, кошек, пушных зверей и других плотоядных, редко — у человека и вызывает заболевание *дипилидиоз*. Этот паразит достигает длины 70 см и имеет вооружённый сколекс. Членики по форме напоминают огуречное семя, за что цепень и получил своё название. Половой аппарат в каждом членике двойной. Промежуточными хозяевами являются блохи и власоеды, которые заражаются, заглатывая яйца цепня. В кишечнике насекомых из яиц выходят онкосферы и проникают в полость тела, где превращаются в *цистицеркоиды*. Дефинитивные хозяева заражаются при проглатывании инвазированных цистицеркоидами блох и власоедов. Для борьбы с дипилидиозом проводят дегельминтизацию дефинитивных хозяев и уничтожение промежуточных.

Мониезия (*Moniezia expansa*) паразитирует в тонком кишечнике мелкого и крупного рогатого скота, диких жвачных. Длина паразита составляет 1-5 м. Сколекс невооружённый, с четырьмя присосками. В каждом членике имеется двойной половой аппарат. С фекалиями яйца паразита и зрелые членики попадают во внешнюю среду, где яйца заглатываются орибатидами клещами, которые выступают в качестве промежуточных хозяев. В теле клещей развиваются *цистицеркоиды*. Вместе с травой в пищеварительный тракт дефинитивных хозяев попадают и инвазированные цистицеркоидами орибатидами клещи. Из цистицеркоидов развиваются половозрелые мониезии. *Мониезиоз* часто регистрируется в овцеводческих хозяйствах Беларуси.

Карликовый цепень (*Hymenolepis nana*) вызывает у человека заболевание *гименолепидоз*. В длину этот гельминт достигает 1 см. Отличается от других цестод тем, что человек является для него одновременно и окончательным и промежуточным хозяином. Из онкосфер в ворсинках тонкого кишечника развиваются *цистицеркоиды*, которые попадая в полость кишечника прикрепляются к его слизистой оболочке и превращаются во взрослых червей. Весь цикл развития составляет немногим более 20 дней.

Среди лентецов встречаются гельминты, достигающие гигантских размеров. Например, *Polygonoporus giganticus* из кишечника кашалота достигает длины до 30 м. Цикл развития лентецов происходит с участием промежуточных и окончательного хозяев.

Большинство лентецов имеют чётко выраженную сегментацию тела, однако, есть и такие, у которых сегментация не выражена. Это представители семейств *Ligulidae*, *Triaenophoridae*, *Syathocephalidae*. Сколекс лентецов имеет *присасывательные щели (ботрии)*, иногда вооружён хитинизированными крючьями. Стробила может состоять из 3-4 тысяч члеников. Матка у лентецов *открытого типа*, располагается в средней части проглотида. Семенники и желточники многочисленные.

Семейство лентецов (*Diphyllobothriidae*) включает паразитов животных и человека, наибольшую опасность среди которых представляет лентец широкий (*Diphyllobothrium latum*). Распространён этот гельминт в северной части Евразии, Сибири, Северной Америки. Половозрелый паразит может достигать длины 15 м и более. Ширина зрелых члеников больше длины, в каждом членике имеется только один комплект половых органов. Матка компактная, в виде розетки. Паразитируя в кишечнике человека, собак, кошек и других хищных млекопитающих, лентец выде-

ляет яйца, которые с фекалиями попадают во внешнюю среду. Для дальнейшего развития яйца должны попасть в воду, где в них формируется личинка *корацидий*. Она покидает яйцо через открывшуюся крышечку и плавает в воде с помощью ресничек. Корацидий заглатывается веслоногими рачками циклопами или диаптомусами, являющимися промежуточными хозяевами. В теле веслоногого рачка корацидий превращается в следующую личинку — *процеркоида*. Заражённых рачков проглатывают рыбы — дополнительные хозяева. Чаще всего это щуки, окуни, лососи, сиги и хариусы. Из желудка рыбы процеркоид проникает в полость её тела, мышцы и превращается в *плероцеркоид*. Он имеет удлинённое тело (0,5-1 см), беловатого цвета, зародышевые ботрии. Заражение человека и животных происходит при употреблении в пищу сырой, мороженой или плохо термически обработанной рыбы с плероцеркоидами. Через 5-6 недель лентец широкий достигает половой зрелости. Симптомами *дифиллоботриоза* у человека являются: тошнота, боли в области живота, нарушение аппетита и перистальтики кишечника, головные боли, слабость, раздражительность. Чаще дифиллоботриозом болеют рыбаки и рабочие рыбокомбинатов, употребляющие в пищу сырую рыбу. В Беларуси отмечаются единичные случаи заболевания человека дифиллоботриозом.

Семейство ремнецов (*Ligulidae*) включает крупных гельминтов с ремневидным, несегментированным на проглоттиды телом. Ремнец обыкновенный (*Ligula intestinalis*) — наиболее широко распространённый паразит. Окончательными хозяевами для него являются рыбаодные птицы, в основном, чайки. Яйца лигулы попадают в воду, где из них выходят корацидии. Их заглатывают веслоногие рачки, в теле которых корацидий превращается в процеркоида. Инвазированных процеркоидами рачков поедают рыбы (вторые промежуточные хозяева), в полости тела которых формируются плероцеркоиды (инвазионная личиночная стадия). Длина плероцеркоидов может достигать 10-160 см. По мере их роста брюшко рыбы вздувается. Большая рыба теряет способность управлять своим телом, держится у поверхности воды и становится лёгкой добычей для птиц. Иногда под давлением большого количества растущих плероцеркоидов брюшко рыбы разрывается и личинки выпадают в воду, а рыба погибает. В кишечнике птицы, съевшей инвазированную рыбу, плероцеркоиды развиваются во взрослого половозрелого гельминта за 35-60 ч. Через 2-4 дня лигула погибает, но успевает сформировать большое количество яиц. Лигулёз причиняет большой вред рыбоводству. В Беларуси регистрируется часто и повсеместно.

Все цестоды являются биогельминтами, т.е. их развитие происходит с участием одного (цепни) или двух (лентецы) промежуточных хозяев. В организме последних цестоды находятся в виде личинок, имеющих различное строение. Основными типами личинок ленточных червей (финн) являются: цистицерк, ценур, эхинококк, альвеококк, цистицеркоид и плероцеркоид.

Цистицерк — пузырчатое образование, заполненное прозрачной жидкостью и окружённое соединительнотканной капсулой. Внутри пузыря к его стенке прикреплён один зародышевый сколекс с присосками и крючьями, или без них.

Ценур — пузырь аналогичного строения с той разницей, что на его внутренней оболочке располагается не один, а множество сколексов.

Эхинококк — однокамерный пузырь с плотными стенками, состоящими из нескольких оболочек. Внутренняя оболочка продуцирует дочерние пузыри с образующимися в них внучатыми и т.д. Сколексы располагаются как на внутренних стенках пузырей, так и в жидкости, заполняющей финну.

Альвеококк — пузырь с тонкими стенками, заполненный конгломератом мелких пузырьков неправильной формы.

Цистицеркоид — микроскопическая личинка, имеющая расширенную переднюю часть с завернутым внутрь (инвагинированным) сколексом. Задняя часть — церкомер — в виде хвостового придатка несёт эмбриональные крючки.

Процеркоид — личинка лентецов с удлинённым телом, имеющая на переднем конце эмбриональные ботрии, а на заднем — церкомер с крючками.

Плероцеркоид — личинка лентецов иногда до 1 м длиной с ботриями на переднем конце тела.

10.3. Систематический обзор

Общее число видов цестод превышает 3000.

Отряд Гвоздичники (Caryophyllidea)

Немногочисленная группа ленточных червей, представители которой не имеют наружной сегментации. Сколекс примитивный, комплект половых органов один. Развиваются с участием промежуточных хозяев — малощетинковых червей. Паразитируют преимущественно у пресноводных рыб.

Отряд Цепни (Cyclophyllidea)

Включает цестод, имеющих сколекс с четырьмя присосками и венчиком хитинизированных крючьев. У некоторых цепней последние могут отсутствовать. Матка закрытого типа.

Отряд Лентецы (Pseudophyllidea)

Объединяет ленточных червей, сколекс которых имеет всего две присасывательные щели и иногда одиночные крючья. Матка открытого типа.

10.4. Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат: Цепень

Тело цепня в виде ленты, состоящей из отдельных члеников. Длина проглоттид равна или больше ширины. Сколекс маленький, округлой формы. За ним располагается короткий несегментированный участок — шейка.

Макропрепарат: Огуречный цепень

Стробила содержит удлиненные проглоттиды, по форме напоминающие огуречные семена. Половой аппарат двойной, по бокам каждого членика расположены половые бугорки.

Макропрепарат: Мониезия

Стробила молочно-белого цвета, плотное. Членики небольшие, их ширина превышает длину в несколько раз. Половой аппарат двойной. Сколекс маленький, округлой формы.

Макропрепарат: Эхинококк (финна)

На части печени заметно пузыревидное образование размером с голубиное яйцо. Стенка финны плотная, более светлой окраски по сравнению с цветом поражённого органа.

Макропрепарат: Печень, поражённая ларвоцистами эхинококка

На разрезе печени видны многочисленные эхинококковые пузыри, размером с куриное яйцо и мельче. Из-за сильного развития финн паренхима поражённого органа малозаметна и подверглась атрофии.

Макропрепарат: Цистицерки в мышцах (финнозное мясо)

Участок мышечной ткани имеет многочисленные, размером с горошину, беловатые образования овальной формы, заполненные жидкостью.

Макропрепарат: Цистицерк в семеннике

На поверхности семенника заметен полупрозрачный пузырёк размером с фасоль, овальной формы.

Макропрепарат: Тонкошейные цистицерки

Цистицерки имеют вид тонкостенных пузырей овальной или округлой формы, размером с куриное яйцо. Внутри пузыря находится жидкость и прилегающий к стенке сколекс, просвечивающийся сквозь оболочку финны.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Невооружённый сколекс

Сколекс округлой формы, снабжён четырьмя мускулистыми присосками. От сколекса начинается шейка — узкая нерасчленённая часть тела цестоды.

Микропрепарат: Вооружённый сколекс

Кроме четырёх присосок, на верхней части сколекса находится венчик хитинизированных крючьев.

Микропрепарат: Гермафродитный членик цепня

В нижней части членика расположены компактные желточники. Над ними находится двухлопастной непарный яичник. В центральной части проглоттиды заметна трубчатая матка. Семенники разбросаны в паренхиме в виде небольших круглых телец. К половой клоаке тянутся семяизвергательный канал (вверху) и влагляще (внизу). Терминальная часть семяизвергательного канала проходит через сумку цирруса (на препарате видна как овальное образование тёмного цвета).

Микропрепарат: Зрелый членик цепня

Длина членика превышает ширину. Всю центральную часть занимает древо-видно разветвлённая матка, заполненная большим количеством яиц. Проглоттиды свиного цепня имеют 7-12 ответвлений матки с каждой стороны, а бычьего — 15-38 ответвлений.

Микропрепарат: Зрелый членик лентеца широкого

Ширина членика превышает длину. Матка петлистая, располагается в центральной части в виде розетки.

Микропрепарат: Цистицерк свиного цепня

Из вскрытой финны наружу вывернут сколекс с шейкой. Сколекс с присосками, шейка складчатая.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы :

1. Морфология цестод.
2. Особенности строения половой системы и развития цестод.
3. Систематический обзор ленточных червей.
4. Цикл развития бычьего цепня.
5. Цикл развития свиного цепня.
6. Цикл развития эхинококка.
7. Цикл развития альвеококка.
8. Цикл развития овечьего мозговика.
9. Цикл развития огуречного цепня.
10. Цикл развития мониезии.
11. Цикл развития карликового цепня.
12. Перечислите заболевания, вызываемые цестодами, при которых человек является дефинитивным хозяином.
13. Перечислите заболевания, вызываемые цестодами, при которых человек является промежуточным хозяином.
14. Перечислите заболевания, вызываемые цестодами, при которых человек может быть одновременно и окончательным и промежуточным хозяином.
15. Особенности морфологии лентецов.
16. Цикл развития лентеца широкого и ремнеца обыкновенного.
17. Морфология личинок цестод.
18. Основные признаки отличия цепней и лентецов.

11. Первичнополостные.

- 11.1. Круглые черви (общая характеристика и систематика)
- 11.2. Морфологический обзор
- 11.3. Систематический обзор
- 11.4. Описание макро- и микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты круглых червей; микропрепараты поперечного среза аскариды; власоглава, острицы, трихинеллы;
- микроскопы;
- рисунки

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных препаратов круглых червей, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

11.1. Первичнополостные. Круглые черви. **Общая характеристика**

Тело не разделено на сегменты. Появляется первичная полость тела, ограниченная с одной стороны мышцами, а с другой — внутренними органами. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Выделительная система либо отсутствует, либо представлена протонефридиальными железами или шейными. Нервная система устроена по типу ортогона, органы чувств весьма специфичны. Пищеварительная система состоит из 3-х отделов: передней, средней и задней кишки, заканчивающейся анальным отверстием. В половом отношении большинство круглых червей раздельнополы. Развитие паразитических видов происходит как с участием промежуточных хозяев (биогельминты), так и без них (геогельминты).

Систематика

Тип Первичнополостные (Nemathelminthes)

Класс Круглые черви, или нематоды (Nematoda)

Виды: аскарида человеческая (Ascaris lumbricoides)

аскарида свиная (Ascaris suis)

аскарида лошадиная (Parascaris equorum)

неоаскариды (Neoascaris vitulorum)

токсокара (Toxocara canis)

токсаскарида (Toxascaris leonina)

аскарида куриная (Ascaridia galli)

власоглав свиной (Trichocephalus suis)

трихинелла (Trichinella spiralis)

ришта мединская (Dracunculus medinensis)

острица детская (Enterobius vermicularis)

острица лошадиная (Oxyuris equi)

11.2. Морфологический обзор

Известно более 12 000 видов нематод, обитающих в морях, пресных водах, почве и живых организмах. Длина тела круглых червей варьирует от 80 мкм до 8 метров.

Рассмотрим внешнее и внутреннее строение тела нематод на примере лошадиной аскариды.

Лошадиная аскарида (*Parascaris equorum*) ведёт паразитический образ жизни в тонком кишечнике лошади, питаясь продуктами расщепления питательных веществ. Этот гельминт достигает длины до 37-40 см. Самки длинее самцов, хвостовой конец у последних загнут на брюшную сторону.

Тело аскариды веретеновидной формы, круглое на поперечном разрезе. Передняя и задняя части тела сужены. Снаружи тело покрыто *кутикулой*, напоминающей по составу коллаген, и, поэтому, очень эластичной. Образование кутикулы происходит в результате деятельности клеток *гиподермы* (видоизменённый однослойный эпителий). Кутикула состоит из нескольких слоёв клеток, причём нижний слой имеет волокнистое синцитиальное строение. Под гиподермой лежит *базальная мембрана* — неклеточная структура, отграничивающая эпителиальный слой от мышечного. Вдоль тела у большинства нематод проходят 4 продольные линии: две по бокам и по одной на спинной и брюшной сторонах. На внутренней поверхности гиподерма образует утолщения в виде 4-х *валиков*, соответствующих продольным линиям. В *боковых валиках гиподермы* проходят каналы выделительной системы, а в *спинном и брюшном* — главные нервные стволы.

Под базальной мембраной залегает слой *продольных мышц*. Каждая мышечная клетка состоит из *плазматического отростка*, *саркоплазматического мешка* (собственно тело клетки) и *сократимой части*. Валиками гиподермы мышечный слой разбит на 4 продольные ленты. Плазматические отростки мышечных клеток направлены либо в сторону спинного, либо брюшного валика гиподермы. Поэтому принято считать, что мышечный слой делится на спинные и брюшные мышцы-антагонисты. При сокращении спинных мышц происходит расслабление брюшных, и наоборот. Тело аскариды при этом изгибается в дорсовентральном направлении. Из последовательности таких движений и складывается передвижение этих животных во внутренних органах хозяина. Кутикула, гиподерма и слой продольных мышц составляют *кожно-мускульный мешок* нематод. Внутри него образуется *первичная полость тела*, где располагаются органы пищеварительной и половой систем. Полость тела круглых червей называется первичной, т.к. сформировалась путём редукции паренхимы. Внутри первичная полость заполнена жидким содержимым. *Полостная жидкость* содержит органические кислоты (масляную, валериановую, капроновую и др.), образующиеся в результате анаэробного расщепления гликогена. Первичнополостная жидкость создаёт в теле аскариды избыточное давление и если по каким-то причинам внутри тела хозяина происходит разрыв стенки тела аскариды, то вылившаяся полостная жидкость гельминта вызывает мучительные боли.

Пищеварительная система аскариды состоит из *передней, средней и задней кишки*. Передняя кишка начинается *ртом*, находящимся на переднем конце тела и окружённым тремя *губами*. Рот ведёт в *глотку*, выстланную кутикулой (эктодермального происхождения). Глотка переходит в передний отдел средней кишки, часто называемый *пищеводом*, в стенках которого лежат *пищеводные железы*. У некото-

рых нематод, например, остриц, задняя часть пищевода образует колбообразное расширение — *бульбус*, являющийся систематическим признаком подотряда оксиурат (остриц). Средняя кишка выстлана цилиндрическим эпителием с ворсинками на внутренней поверхности. В протоплазме клеток эпителия кишечника откладываются запасные питательные вещества в виде зёрен гликогена. Содержание последнего в высушенном состоянии достигает 32%. Задняя кишка, как и передняя, выстлана изнутри кутикулой и заканчивается *анальным отверстием*, куда у самцов открывается и отверстие половой системы.

Дыхательная система отсутствует. Дыхание осуществляется анаэробным путём за счёт расщепления питательных веществ. Некоторые авторы приводят данные о наличии у аскарид дыхательного пигмента, подобного на гемоглобин млекопитающих.

Нервная система состоит из *окологлоточного нервного кольца* и отходящих от него *нервных стволов*. Нервное кольцо окружает переднюю часть пищевода и отдаёт впереди 6 коротких нервных стволов и кзади 6 длинных нервных стволов, из которых *спинной* и *брюшной* наиболее развиты и проходят в валиках гиподермы. Оба ствола соединяются между собой в виде полуколец многочисленными перемычками — *комиссурами*.

Органы чувств нематод развиты слабо. Вокруг рта, а у самцов на заднем конце тела располагаются *осязательные бугорки* и *щетки*. По бокам головного конца тела лежат *амфиды* — органы химического чувства.

Выделительная система весьма своеобразного строения. В боковых валиках гиподермы проходят *выделительные каналы*, начинающиеся слепо в задней части тела и сливающиеся в *срединный непарный канал*, который открывается выводным протоком позади губ. По гистологическим данным, эти каналы представляют собой одну гигантскую клетку (т.н. *шейную железу*) с ядром, лежащим на уровне передней части пищевода. Ядро этой клетки носит название *синкариона*. На боковых валиках гиподермы лежат две пары *фагоцитарных клеток*. Из полостной жидкости эти клетки поглощают продукты распада и инородные тела. Нерастворимые частицы, накапливаются в фагоцитарных клетках и никуда не удаляются из них на протяжении всей жизни аскариды.

В половом отношении большинство нематод раздельнополы. Половая система самки лошадиной аскариды состоит из тонких, нитевидных парных *яичников*, которые, расширяясь, переходят в *яйцеводы*, где происходит формирование яиц. Яйцеводы без видимых границ переходят в парную *матку*, стволы которой сливаясь, образуют непарное *влагалище*, открывающееся *половым отверстием* на брюшной стороне тела. У самца имеется единственный нитевидный *семенник*, переходящий без резких границ в канал большего диаметра — *семяпровод*. Под кишечником он направляется кзади и образует *семенной пузырь*, где накапливается сперма. Пузырь сужается в тонкую мускулистую трубку — *семяизвергательный канал*, впадающий в заднюю кишку. Туда же открывается парная *совокупительная сумка (половая bursa)*, в которой помещаются две *кутикулярные иглы*, или *спикулы*. Они высовываются через анальное отверстие наружу и служат в качестве вспомогательных органов при совокуплении. У многих самцов нематод боковые части хвоста расширены и утолщены в виде *крыльев*, внутри которых находятся органы осязания в виде ребровид-

ных утолщений, или *папилл*. Крылья, как и спикулы, облегчают фиксацию самца в районе полового отверстия самки при спаривании.

Выделенные во внешнюю среду яйца параскарид при благоприятных условиях (температуре 18-20 °С и влажности не менее 60%) становятся инвазионными в течение 7-14 дней. Из яиц в кишечнике лошади выходят личинки, куда яйца попадают вместе с кормом или водой. Через слизистую оболочку кишечника личинки проникают в кровеносные сосуды и заносятся током крови в лёгкие. В легочных альвеолах личинки растут, линяют и мигрируют в бронхи. Это вызывает раздражение дыхательных путей и рефлекторный кашель. Вместе с мокротой личинки параскарид попадают в ротовую полость и заглатываются. В кишечнике они развиваются до половозрелой стадии и приступают к размножению. Срок развития параскарид до половой зрелости составляет около 2-2,5 месяцев. В цикле развития лошадиной аскариды отсутствует промежуточный хозяин, поэтому её относят к группе *геогельминтов*. Аналогичным образом происходит развитие человеческой и свиной аскарид.

Цикл развития лошадиной аскариды был рассмотрен выше, поэтому остановимся на циклах развития следующих паразитических нематод: свиной и человеческой аскарид, токсокар и токсаскарид, власоглава, детской острицы, метастронгилюса и трихинеллы.

Свиная аскарида (*Ascaris suis*) паразитирует в тонком кишечнике домашних и диких свиней. Цикл развития проходит без участия промежуточного хозяина, т.е. свиная аскарида относится к геогельминтам. За сутки одна половозрелая самка аскариды откладывает до 200 000 яиц, которые с фекалиями попадают во внешнюю среду. Там, при благоприятных условиях (температура 20-30 С и влажность более 60 %), через 2-3 недели внутри яиц развиваются инвазионные личинки. Свиньи заражаются аскаридами алиментарным путём. В кишечнике свиньи личинки выходят из яиц и внедряются в слизистую оболочку, проникают в капилляры и током крови заносятся в печень, а оттуда — в лёгкие. В лёгких личинки аскарид по мере развития проникают в альвеолы, бронхиолы, бронхи и трахею. Раздражая рецепторы слизистой оболочки дыхательной системы, личинки вызывают рефлекторный кашель. При откашливании, с мокротой, они заносятся в ротовую полость и вновь поступают в тонкий кишечник. Там, через 1,5- 2,5 месяца личинки аскарид достигают половой зрелости и приступают к размножению.

Человеческая аскарида (*Ascaris lumbricoides*) вызывает *аскаридоз человека*, паразитируя в тонком отделе кишечника. Цикл развития человеческой аскариды во многом аналогичен таковому свиной аскариды. Наиболее тяжело аскаридоз протекает у детей, известны случаи непроходимости кишечника из-за наличия в нём большого количества паразитов. Профилактика аскаридоза сводится к соблюдению гигиенических правил, а лечение — к применению лекарственных препаратов (антгельминтиков), наименее токсичным из которых является пиперазин.

Токсокары и токсаскариды паразитируют в кишечнике плотоядных, преимущественно у молодых животных. Из домашних животных *токсокарозу* и *токсаскаридозу* подвержены собаки и кошки. Цикл развития аскаридного типа. При благоприятных условиях внешней среды яйца становятся инвазионными через 5-6 дней. Половая зрелость самих паразитов наступает спустя 29-30 дней после проникновения личинок в тонкий кишечник. Отмечаются случаи внутриутробного заражения

потомства плотоядных этими гельминтами. Лечение больных животных проводится путём *дегельминтизации (применения антгельминтиков)*.

Власоглав (*Trichocephalus trichiuris*) паразитирует в толстом отделе кишечника человека. Название паразита связано с тем, что передняя часть тела гельминта по форме напоминает волос. Задняя часть тела, наоборот, резко утолщена. Головным концом власоглав внедряется в слизистую оболочку кишечника, а его задняя часть находится в просвете кишки. Питается власоглав кровью хозяина. Заражение человека *трихоцефалёзом* происходит алиментарным путём. Власоглав относится к геогельминтам. Попавшие во внешнюю среду яйца становятся инвазионными при благоприятных условиях через 1-1,5 месяца. Лечение при трихоцефалёзе затруднительно в связи с прочной фиксацией власоглавов в слизистой оболочке кишечника. Домашние и дикие свиньи также подвержены трихоцефалёзу, вызываемому *Trichocephalus suis*. Кроме свиней, власоглавы паразитируют у жвачных и плотоядных.

Детская острица (*Enterobius vermicularis*) достигает длины до 1 см. Задний конец тела паразита заострен. Паразитирует в толстом отделе кишечника человека, чаще у детей. Заболевание, вызываемое детской острицей, называется *энтеробиоз*. В вечернее и ночное время самки остриц выходят через анальное отверстие и откладывают яйца на кожу в области промежности, что вызывает зуд. Ребёнок расчёсывает зудящие места руками и яйца остриц попадают в подногтевые пространства, а оттуда — в ротовую полость, и далее, в кишечник. Там личинки выходят из яиц, достигают половой зрелости и размножаются. Острицы вызывают воспаление слизистой оболочки толстого отдела кишечника и могут явиться причиной аппендицита. Питаются они содержимым кишечника. Переносчиками яиц остриц могут служить мухи, тараканы и другие насекомые.

Сходным образом идёт развитие лошадиной острицы (*Oxyuris equi*), паразитирующей в толстом кишечнике лошади, а также кроличьей (*Passalurus ambiguus*), паразитирующей в слепых кишках у кроликов и зайцев.

Метастронгилюсы (*Metastrongylus* sp.) вызывают заболевания у свиней под названием *метастронгилёзы*. Эти нематоды достигают длины 5-6 см, нитевидные, белого или желтовато-розового цвета. На головном конце находится рот, окружённый шестью губами. Промежуточными хозяевами для метастронгилюсов являются различные виды земляных червей. Взрослые паразиты локализуются в бронхах, где откладывают яйца со сформированными личинками. Яйца метастронгилюсов попадают в ротовую полость свиньи, заглатываются и с фекалиями попадают во внешнюю среду. При благоприятных условиях через двое-трое суток из яиц выходят личинки первой стадии. Во влажной почве личинки метастронгилюсов способны сохраняться до 3-х месяцев. Для дальнейшего развития личинки должны попасть в организм промежуточного хозяина. Там они локализуются в кровеносных сосудах, где дважды линяют и через 20 дней становятся инвазионными (личинки третьей стадии). В организме земляных червей личинки метастронгилюсов способны сохраняться до 4-х и более лет. Дефинитивные хозяева заражаются, проглатывая инвазированных личинками земляных червей. Последние перевариваются в пищеварительном тракте свиней, а личинки внедряются в слизистую оболочку кишечника, проникают в капилляры и током крови заносятся в капилляры лёгких, где линяют четвёртый раз,

разрывая капилляры, и попадают в альвеолы. Оттуда личинки мигрируют через бронхиолы в бронхи, где и развиваются до половозрелой стадии в течение 30-35 дней. Метастронгилюсы относятся к типичным биогельминтам. В условиях Беларуси метастронгилёз свиней чаще регистрируется в дождливые годы.

Трихинелла (*Trichinella spiralis*) вызывает заболевание диких и домашних животных, а также человека, под названием *трихинеллёз*. Сами нематоды очень мелкие, до 1,6-4 мм длиной, самки крупнее самцов. Особенностью биологии трихинелл является то, что они живородящие, развиваются только в организме хозяев без выхода во внешнюю среду. При этом, одно животное может выступать одновременно в роли промежуточного и дефинитивного хозяина. Заражение трихинеллёзом происходит при поедании трихинеллёзного мяса, в котором содержатся живые личинки паразита. После попадания в кишечник они становятся половозрелыми через 30-48 часов. Самки трихинелл внедряются в слизистую оболочку кишечника, оплодотворяются самцами, которые после этого погибают, и через четверо суток рожают живых личинок. Они гематогенным путём заносятся в поперечнополосатые мышцы, где растут, спирально закручиваясь. Примерно через месяц вокруг личинок образуются соединительнотканые капсулы, которые подвергаются обызвествлению через 6-16 месяцев. В сердечной поперечнополосатой мышечной ткани личинки трихинелл не развиваются. Инкапсулированные личинки в мышцах могут сохранять жизнеспособность более 25 лет. Заражение человека трихинеллами происходит при употреблении в пищу трихинеллёзного мяса свиней и диких животных. Плотоядные и грызуны являются природным резервуаром трихинеллёза. В качестве профилактики этого опасного заболевания необходимо проводить ветеринарно-санитарную экспертизу туш свиней и диких животных. При содержании свиней следить, чтобы они не поедали дохлых крыс, мышей и боенские отходы. Заражённые трихинеллами туши животных необходимо уничтожать путём автоклавирования или сжигания. В Беларуси периодически отмечаются случаи заболевания людей трихинеллёзом, особенно среди охотников.

11.3. Систематический обзор

Класс Брюхопесочники (Gastrotricha)

Мелкие, до 1,5 мм червеобразные животные. Брюшная сторона тела покрыта ресничками, служащими для передвижения по субстрату. Обитают в морях и пресных водах. Известно около 200 видов гастротрих.

Класс Нематоды, или Круглые черви (Nematoda)

Включает около 12 000 видов свободноживущих и паразитических нематод. Распространены от Антарктики до Арктики. Многие виды обитают в пресных водах, почве. Как паразиты поселяются в организме растений и животных, человека. Условно заселили и воздушную среду как паразиты птиц.

Класс Волосатики (Nematomorpha)

Небольшая группа паразитических червей (около 225 видов), обитающих в организме членистоногих. По внешнему виду напоминают волос конского хвоста,

длиной иногда более 25 см. Задний конец тела самца расширен и раздвоен. Из яиц выходят личинки, паразитирующие в организме насекомых, связанных в своём развитии с водной средой. Личинки волосатиков сильно отличаются от личинок нематод, в связи с чем нет единого мнения о их систематическом положении.

Класс Прианулиды (Priapulida)

Небольшая группа морских червей (около 10 видов), систематическая принадлежность которых к типу первичнополостных также спорная. Морские донные животные, обитающие в иле и песке. Длина тела достигает до 15 см.

Класс Коловратки (Rotatoria)

Очень мелкие водные животные, часто по размерам равны инфузориям. Обитают в морских и пресных водах. Известно свыше 1800 видов. Хищники, но есть и детритоядные виды. На переднем конце тела располагается своеобразный коловратчатый аппарат. Раздельнополы. Развитие у большинства коловраток происходит со сменой двуполого и партеногенетического поколений. Многие виды способны впадать в анабиоз и долгое время сохранять жизнеспособность. Являются хорошим кормом для мальков рыб.

Класс Камптозои (Kamptozoa)

Включает около 60 видов животных, ведущих прикрепленный образ жизни. По внешнему виду напоминают мшанок, но являются колониальными червями. Образование колоний происходит бесполом путём. Преимущественно морские животные.

11.4 Описание макропрепаратов

Макропрепарат: Свиная аскарида

Нематоды белого цвета, форма тела удлинённая, веретеновидная. Самец меньше самки, 10-22 см длиной, отличается от неё по загнутой заднего конца тела на брюшную сторону. Самка больше самца, 23- 30 см длиной. Вдоль тела проходят четыре линии, соответствующие внутри валикам гиподермы.

Макропрепарат: Лошадиная аскарида

Нематоды белого цвета, с упругим веретенообразным телом. Самец до 28 см длины, самка — до 37 см. У самца хвостовой конец загнут. Рот окружён тремя большими губами, на краях которых располагаются зубчики.

Макропрепарат: Лошадиные аскариды в просвете кишки

Просвет кишки полностью заполнен многочисленными аскаридами.

Макропрепарат: Неоаскарида

Нематода желтовато-белого цвета. Длина гельминта около 15 см.

Макропрепарат: Токсокары и токсаскариды плотоядных

Токсокары крупнее токсаскарид. Самцы токсокар достигают в длину 5-10 см, а самцы токсаскарид — 4-6 см.

Макропрепарат: Аскаридии кур

Нематоды желтовато-белого цвета. Самцы длиной 26-70 мм, самки — 65-110 мм.

Макропрепарат: Власоглавы в кишечнике свиньи

В просвете кишки хорошо заметны небольшие нематоды (1-2 см) серого цвета. Головной конец нитевидный и погружён в слизистую оболочку, а задний — утолщён и свободно свешивается в просвет кишки.

Макропрепарат: Метастронгилюсы в бронхах лёгких свиньи

На разрезе лёгкого заметны бронхи с выступающими из них пучками нитевидных нематод желтовато-розового цвета.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Поперечный срез аскариды

Самый верхний слой тела аскариды — кутикула, под ней находится более узкий и непрозрачный слой гиподермы, которая образует 4 валика. В центре среза, ближе к спинной стороне тела лежит кишечник, под ним — два ствола матки, заполненные яйцами. Многочисленные срезы яичников имеют вид разрезанных поперёк апельсинов. Яйцеводы крупнее по диаметру яичников и не имеют дольчатой структуры. В боковых валиках гиподермы видны маленькие отверстия — каналы выделительной системы. Саркоплазматические отростки мышечных клеток далеко вдаются в полость тела.

Микропрепарат: Острица детская

Нематода веретеновидной формы, на переднем конце тела заметна узкая ротовая капсула, переходящая в пищевод. В его задней части видно расширение — бульбус, снабжённый внутри жевательными пластинками.

Микропрепарат: Острица кроличья

Строение пищеварительной системы аналогично вышеописанному виду.

Микропрепарат: Власоглав свиной

Головной конец нематоды тонкий, хвостовой — утолщён. У самца хвост закручен наподобие спирали. У самки в хвостовой части заметна матка, заполненная яйцами.

Микропрепарат: Личинки трихинелл в мышечной ткани
Среди волокон поперечнополосатой мышечной ткани заметны капсулы с личинками трихинелл. Большая часть личинок спиралеобразно закручена.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы :

1. Общая характеристика первичнополостных.
2. Систематика нематод.
3. Строение лошадиной аскариды (до половой системы).
4. Строение половой системы аскариды.
5. Развитие лошадиной аскариды.
6. Цикл развития свиной аскариды.
7. Цикл развития человеческой аскариды.
8. Цикл развития токсокар и токсаскарид.
9. Цикл развития власоглава.
10. Цикл развития детской острицы.
11. Цикл развития метастронгилюсов.
12. Цикл развития трихинеллы.

12. Скребни (Acanthocephales)

- 12.1. Общая характеристика и систематика
- 12.2. Морфологический обзор
- 12.3. Описание макро- и микропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты скребней; микропрепараты скребней;
- микроскопы;
- рисунки

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных препаратов скребней, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

12.1. Общая характеристика

Скребни — своеобразные паразитические черви, имеющие цилиндрическое тело с втяжным хоботком, усаженным крючьями. Тело покрыто плотной кутикулой. Полость тела первичная. Пищеварительная, кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Выделительная система протонефридиального типа или отсутствует. Нервная система развита слабо. Развитие скребней происходит с метаморфозом и сменой хозяев. Паразиты позвоночных, в качестве промежуточных хозяев выступают ракообразные, насекомые, реже рыбы.

Систематика

Тип Скребни (Acanthocephales)

Класс Скребни (Acanthocephala)

Вид: скребень-великан (Macracanthorhynchus hirudinaceus)

12.2. Морфологический обзор

Тело скребней веретенообразной формы, округлое в поперечном сечении. На переднем конце тела располагается *хоботок*, способный втягиваться внутрь. Он вооружён несколькими рядами *крючьев*, загнутых назад и служащих для фиксации скребня на стенках кишечника. Хоботок при втягивании внутрь выворачивается наподобие пальца перчатки и погружается в особое вместилище — *хоботковое влагалище*. Сбоку от него располагаются парные образования — *лемниски*, служащие для вворачивания и выворачивания хоботка. Тело скребней покрыто тонкой *кутикулой*, под которой лежит *гиподерма*. За ней располагаются слои *наружных кольцевых* и *внутренних продольных мышечных волокон*. Внутренние органы скребней находятся в *первичной полости тела*.

Пищеварительная система отсутствует. Поглощение питательных веществ осуществляется через покровы тела и *гиподермальные каналы*, пронизывающие слой кутикулы и гиподермы.

Нервная система состоит из непарного *мозгового ганглия*, залегающего внутри хоботкового влагалища, ближе к его задней части. От ганглия отходят несколько тонких *нервных стволов* к хоботку и два толстых, направляющихся вдоль стенок тела назад.

Выделительная система представлена *протонефридиями*, в виде пучков *мерцательных клеток*, каналцы которых впадают в *главные собирательные каналы* протонефридиев, открывающиеся в выводные протоки половой системы.

Скребни раздельнополы. У самцов два *семенника* выделяют сперму в *семяпроводы*, а из них она поступает в *семенной пузырьёк*, расположенный в задней части тела. Конец семенного пузырька вытянут в виде отростка и выполняет функцию совокупительного органа. У самок *яичники* лежат внутри *лигамента* — мышцы, идущей от основания хоботкового влагалища к задней части тела. Из яичника яйца попадают в полость тела, где плавают в виде комьев. Оплодотворённые яйца выводятся

через *колокол* — воронкообразный орган, в стенках которого имеются два узких отверстия, ведущие в *матку*, и одно крупное, ведущее в полость тела. Комья неоплодотворённых яиц не могут проникнуть через узкие отверстия в матку и возвращаются через крупное отверстие обратно в полость тела. Оплодотворённые яйца поступают в *яйцеводы*, матку, *влагалище*, откуда выводятся наружу.

Скребни — биогельминты, промежуточными хозяевами для них чаще всего служат насекомые и их личинки, мелкие ракообразные. Самки скребней выделяют яйца, содержащие внутри сформированную личинку — *акантор*. Во внешней среде яйца заглатывают промежуточные хозяева и в них аканторы превращаются в следующую личиночную стадию — *преакантеллу*. Спустя некоторое время она развивается в инвазионную личинку — *акантеллу*. Дефинитивные хозяева заражаются при заглатывании промежуточных хозяев с акантеллами. В организме окончательного хозяина скребни живут до года и более. Известны случаи паразитирования скребней у человека.

В кишечнике домашних и диких свиней паразитирует гигантский скребень (*Macracanthorhynchus hirudinaceus*), достигающий в длину до 65 см. Он вызывает заболевание свиней под названием *макраканторинхоз*. Промежуточными хозяевами этого скребня являются личинки майских жуков, бронзовок, а также взрослые насекомые.

Всего известно около 500 видов скребней, паразитирующих у домашних и диких млекопитающих, птиц, рептилий, амфибий и рыб. Большой вклад в изучение фауны скребней Беларуси внёс профессор И.А.Щербович.

12.3. Описание макропрепаратов

Макропрепарат: Гигантский скребень (скребень-великан)

Длина гельминта составляет около 15-25 см. Тело удлинённое, веретенообразное, суженное кзади. На кутикуле заметна нежная поперечная исчерченность. Передний конец тела скребня вооружён небольшим хоботком с крючьями.

Макропрепарат: Гигантский скребень в кишечнике свиньи

Хоботок скребня погружён в слизистую оболочку, а остальная часть тела свисает в просвет кишки.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Скребень

На малом увеличении микроскопа в передней части тела скребня хорошо заметен хоботок с крючьями, хоботковое влагалище и лемниски.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика скребней.
2. Систематика скребней.
3. Морфология скребней.
4. Особенности биологии скребней.
5. Значение нематод и скребней.

13. Кольчатые черви.

- 13.1. Общая характеристика и систематика
- 13.2. Морфологический обзор
- 13.3. Систематический обзор
- 13.4. Описание макро- и микропрепаратов
- 13.5. Дополнительные сведения

Материальное обеспечение:

- влажные препараты кольчатых червей; микропрепараты поперечных срезов дождевого червя и медицинской пиявки, параподия nereиды;
- микроскопы;
- рисунки, слайды.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных препаратов кольчатых червей, микропрепаратов; рисунков, их зарисовка; слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

Кольчатые черви

13.1. Общая характеристика

Тело кольчатых червей удлиненное, состоит из сегментов, по форме напоминающих кольца. Большинству кольчатых червей присуще совпадение границ наружной и внутренней сегментации. Кожно-мускульный мешок состоит из кутикулы, гиподермального эпителия, кольцевой и продольной мускулатуры и внутренней выстилки полости тела (целотелия). Характерной особенностью морфологии аннелид является наличие у них вторичной полости тела (целома). Нервная система представлена надглоточным ганглием, окологлоточным кольцом и брюшной нервной цепочкой. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки, заканчивающейся анальным отверстием. Кровеносная система замкнутая, роль сердца выполняет один или несколько кровеносных сосудов. Дыхание осуществляется всей поверхностью тела или жабрами. Выделительная система протонефридиального типа. Среди кольчатых червей встречаются раздельнополые животные и гермафродиты. У морских кольчатых червей развитие с метаморфозом по схеме: яйцо — личинка трохофора — взрослый червь.

Систематика

Тип Кольчатые черви (Annelida)

Класс Многощетинковые (Polychaeta)

Виды: нереис (Nereis diversicolor)

пескожил (Arenicola marina)

Класс Малощетинковые (Oligochaeta)

Виды: дождевой червь (Lumbricus terrestris)

трубочник (Tubifex tubifex)

энхитреус (Enchytraeus albidus)

Класс Пиявки (Hirudinea)

Отряд Хоботные пиявки (Rhynchobdellida)

Виды: рыба пиявка (Piscicola geometra)

улитковая пиявка (Glossosiphonia complanata)

Отряд Бесхоботные, или Челюстные пиявки (Arhynchobdellida, seu Gnathobdellida)

Вид: медицинская пиявка (Hirudo medicinalis)

13.2. Морфологический обзор

Класс Многощетинковые

Известно около 5 300 видов полихет, обитающих в морях, пресных водах и почве. Большинство из них являются свободноживущими, реже ведут прикрепленный и паразитический образы жизни.

Тело многощетинковых червей веретеновидной формы, слегка сжато в спинно-брюшном направлении. Наружная сегментация хорошо выражена, количество сегментов колеблется от 5 до 800. В связи с этим различают малосегментные и многосегментные формы кольчатых червей. Передняя часть тела (*простомуум*) и задняя

— (*пигидиум*) являются особыми, неметамерными образованиями. Сегменты тела равноценны как по внешнему, так и по внутреннему строению.

Простомииум несёт пару *щупиков*, или *пальп*, пару *щупалец* (*антенн*) и *усиков* (*цирр*). По бокам тела находятся парные боковые выросты — *параподии*, служащие для передвижения животного по дну. Они состоят из *спинной* и *брюшной лопастей*, от основания которых отходят *спинной* и *брюшной усики*, выполняющие осязательную и обонятельную функции. Каждая из лопастей имеет пучки *щетинок*, образованных хитиноподобным веществом. Пучки щетинок соединяются между собой более крупными *опорными щетинками*, которые прикрепляются к мышечным пучкам. У сидячих полихет параподии редуцированы или видоизменены в *жабры*.

Тело многощетинковых покрыто тонкой *кутикулой*, выделяемой однослойным кожным эпителием, некоторые полихеты выделяют на поверхности тела раковинку или трубочку. Мышечная система многощетинковых представлена *наружными кольцевыми* и *внутренними продольными* слоями мышц. Внутренняя поверхность продольных мышечных волокон выстлана однослойным перитонеальным эпителием, граничащим с *целомом*, или *вторичной полостью тела*. Целом заполнен водянистой жидкостью с *амёбoidными клетками*, которые выполняют фагоцитарную функцию.

Пищеварительная система представлена *ртом*, *глоткой с выпячивающими-мисья хитинизированными челюстями* (*передняя кишка*), *средней* и *задней кишкой*.

Дыхание полихет осуществляется всей поверхностью тела или через *жабры*.

Кровеносная система состоит из *спинного* и *брюшного сосудов*, соединёнными между собой *кольцевыми сосудами*, *капиллярами* и *лакунами*. Кровеносная система замкнутая, движение крови происходит благодаря сокращению стенок спинного сосуда. У некоторых полихет кровь красного цвета из-за наличия в ней железосодержащего пигмента, близкого по составу к гемоглобину млекопитающих.

Выделительная система состоит из *метанефридиев*, расположенных попарно в сегментах тела. Каждый метанефридий состоит из железистого *метанефридиального тела*, пронизанного извитым *метанефридиальным каналом*. Канал этот начинается вне тела метанефридия в целомической полости воронкой, или *нефростомом*. Воронка суживается в канал, который пронизывает стенку следующего сегмента и входит в тело метанефридия. Внутри него передняя часть тела метанефридиального канала несёт *реснички*, которые согласованно работают и гонят жидкость по направлению к *выделительному отверстию*, или *нефропору*.

Нервная система состоит из *мозговых ганглиев* (чаще двух), парных *окологлоточных нервных колец* (*коннективов*) и парного *брюшного нервного ствола*. В каждом сегменте тела располагается по паре ганглиев, от которых отходят нервные окончания. Органами чувств являются эпителиальные сенсорные клетки, антенны, пальпы, усики параподий,статоцисты и глаза.

В половом отношении большинство полихет раздельнополы. Половой диморфизм выражен не всегда. Размножаются полихеты как половым, так и бесполом путём. Последний способ размножения происходит путём почкования и стробиляции. Для многощетинковых червей характерна явно выраженная *регенерация* (восстановление утраченных частей тела). Развитие полихет проходит по схеме: яйцо — личинка трохофора — метатрохофора — взрослый червь.

Размеры многощетинковых колеблются от 1 мм до 3-х метров (*Eunice* sp.). Черви рода палоло в странах Индонезии употребляются в пищу, служат прекрасной наживкой для ловли рыбы, полихеты являются основными пищевыми объектами для осетровых рыб и крабов.

Класс Малощетинковые

Малощетинковые черви, или олигохеты, характеризуются отсутствием пальп, пароподий и жабр. В половом отношении гермафродиты. В пресных водах и почве обитает около 3 400 видов малощетинковых.

Тело олигохет сильно вытянуто в длину, цилиндрическое. Размеры составляют от 0,5 до 3 метров (*Megascolides australis*).

На передней части тела находится небольшая подвижная лопасть — *протомуум*, без глаз, антенн и пальп. Каждый сегмент тела, кроме первого, снабжён маленькими щетинками. Анальное отверстие открывается на заднем сегменте — *пигидиуме*.

Снаружи тело олигохет покрыто *кутикулой*, под которой располагается *гиподермальный эпителий* со слизистыми и железистыми клетками, особенно сильно развитыми вблизи *пояска* — утолщения покровов с 30-го, 31-го или 32-го сегмента. Мышечная система представлена *наружными кольцевыми* и *внутренними продольными волокнами*, покрытыми *целомическим эпителием (целотелием)* и граничащих с целомом.

Пищеварительная система состоит из *передней, средней и задней кишки*. Передняя кишка включает *рот, глотку, пищевод*, утолщение задней части пищевода — *зоб* и *мышечный желудок*. У дождевых червей в пищевод открываются протоки *известковых желез*, которые выделяют известь для нейтрализации гуминовых кислот, содержащихся в почве и растительном материале. Дорсальная часть средней кишки образует внутреннюю выпячивание — *тифлосоль*, по форме напоминающее листок клевера на поперечном срезе червя. Благодаря этому образованию увеличивается всасывательная поверхность кишечника. Поверхность средней кишки покрыта налётом желтоватого цвета. Это скопление *хлорогеновых клеток*, которые обладают фагоцитозом и накапливают нерастворимые продукты метаболизма, образуя т.н. *бурые тела*, удаляемые через спинные поры.

Кровеносная система устроена аналогично таковой полихет. Кроме пульсирующего спинного сосуда, движение крови поддерживается сокращениями нескольких кольцевых сосудов в передней части тела червя. В коже кровеносные сосуды образуют густую сеть капилляров, что значительно облегчает дыхание животных.

Выделительная система представлена сегментно расположенными *метанефридиями*. Они находятся в каждом сегменте тела, причём воронки метанефридиев открываются в полость одного сегмента, а выводные протоки прободают диссепименты и проходят через следующий сегмент, отрываясь наружу на боковых частях тела червя. Кроме того, поверхность средней кишки покрывают *хлорогеновые клетки*, обладающие способностью фагоцитировать оформленные продукты метаболизма. Эти клетки с накопленными включениями образуют т.н. *бурые тела*, выводящиеся через непарные спинные поры.

Нервная система олигохет состоит из парных *надглоточных ганглиев*, *окологлоточных нервных колец* и *брюшной нервной цепочки*. Органы чувств представлены светочувствительными клетками, разбросанными по поверхности кожи.

В половом отношении малоцетинковые черви гермафродиты. В 10-ом и 11-ом сегментах залегают две пары *семенников*, лежащие в *семенных капсулах* и прикрытые тремя парами *семенных мешков*. Сперматозоиды поступают вначале в капсулы, затем в семенные мешки, где созревают и заносятся обратно в семенные капсулы. От последних начинаются мерцательные воронки *семявыносящих канальцев*, сливающиеся в *семяпроводы*, которые открываются на брюшной стороне тела 15-го сегмента. В 13-ом сегменте находится пара *яичников* с ворончатыми *яйцеводами*, которые открываются в 14-ом сегменте. На брюшной стороне 9-го и 10-го сегментов располагаются кожные впячивания — две пары *семяприёмников*, где происходит накопление семенной жидкости. С 32-го по 37-й сегменты на поверхности тела червя заметно утолщение или *поясок*, содержащий слизистые железы, секрет которых идёт на образование яйцевого кокона и белковой жидкости, служащей питательным веществом для развивающихся зародышей. Оплодотворение *перекрёстное*, т.е. одна особь выполняет роль самки, а другая — самца. В области пояска выделяется слизь, куда откладываются яйца. Образовавшаяся слизистая муфта сползает через передний конец тела червя, проходя в области спермоприёмников. Они выдавливают находящуюся в них сперму в слизь яйцевого кокона, где и происходит оплодотворение яиц. Яйцевой кокон сбрасывается червём, его края спадаются и слегка отвердевают. В яйцах развиваются зародыши, превращающиеся затем в молодых червей и переходящих к обитанию в почве. Иногда у дождевых червей отмечается бесполое размножение путём деления тела на две части — *архитомия*. В последующем недостающие части тела регенерируют.

В пресноводных водоёмах с высоким содержанием органических веществ обитают олигохеты трубочники (*Tubifex tubifex*), зарывающиеся передней частью тела в ил, а заднюю выставляющие над его поверхностью. Название животного связано с его способностью строить домик в виде трубочки. Задняя часть тубифекса постоянно волнообразно колеблется, обеспечивая достаточным количеством кислорода. Биомасса трубочников в отдельных случаях достигает до нескольких миллионов на 1 м². Трубочники служат неплохим кормом для аквариумных и прудовых рыб, но являются промежуточными хозяевами для круглых червей рода *филометроидес*, вызывающих заболевание у карпов.

Энхитреус или горшечный червь (*Enchytraeus albidus*) специально разводится для выкармливания молоди рыб.

Класс Пиявки (Hirudinea)

Пиявки имеют голое без выростов тело, сжатое в дорсо-вентральном направлении. Это преимущественно пресноводные животные, ведущие паразитический образ жизни. Отдельные виды пиявок приспособились к жизни в солоноватой и морской воде, существуют наземные пиявки, обитающие во влажных тропических лесах. В настоящее время известно около 400 видов пиявок.

Тело пиявок сегментировано, но наружная сегментация часто не соответствует внутренней (истинной). Обычно на один внутренний сегмент приходится 3-5 наружных. Для пиявок характерно наличие *передней*, окружающей рот, и *задней*, более крупной *присосок*.

Кожно-мускульный мешок представлен плотной *кутикулой*, под которой располагается *эпителий* со слизистыми и пигментными клетками. Мышцы состоят из слоя *кольцевых* и сильно развитых *продольных мышечных волокон*. Внутреннее пространство между органами заполнено *паренхимой*, между клетками которой встречаются пучки *спинно - брюшных мышц*.

Пищеварительная система пиявок состоит из лежащего на дне передней присоски *рта*, открывающегося в *ротовую полость*, *глотки*, *пищевода*, *средней и задней кишки*. У хоботных пиявок глотка образует мускулистую трубку — *хоботок*, способную выпячиваться из рта при нападении на добычу. У челюстных пиявок на стенках ротовой полости имеются три мускулистых валика: один спинной и два боковых. По краям каждого валика сидит ряд *хитинизированных зубчиков*, совокупность которых образует челюсть. При нападении пиявка с помощью челюсти прорезает кожу хозяина и из образовавшейся ранки сосёт кровь животного. В глотку открываются *слюнные железы*, выделяющие белковое вещество *гирудин*, обладающее свойствами препятствовать свёртыванию крови. Поэтому ранки, сделанные пиявками, сильно кровоточат. В кишечнике пиявки кровь может сохраняться в течение нескольких месяцев. Глотка продолжается в узкий и короткий *пищевод*, открывающийся в просвет средней кишки, часто называемой *желудком*. У медицинской пиявки он образует 10-11 пар боковых выпячиваний или *карманов*. Последняя пара карманов желудка особенно крупная и доходит до задней части тела. Основания последних мешков открываются в узкую *заднюю кишку*, заканчивающуюся *анальным отверстием* над задней присоской.

Нервная система пиявок представлена *надглоточным* и *подглоточным ганглиями*, *брюшной нервной цепочкой*. Она состоит из 20 ганглиев, каждый из которых соответствует истинному сегменту тела. На передней части пиявки с дорсальной стороны расположены 1-5 пар простых *глаз* и *бокаловидные органы* (последние выполняют роль хеморецепторов).

Дыхание у морских пиявок осуществляется при помощи *жабр*, у пресноводных и наземных — через кожные покровы.

Настоящая кровеносная система у пиявок вследствие утраты целома отсутствует. Её функции выполняет *система лакун*, представляющих собой остатки вторичной полости тела. Лакуны соединяются между собой *анастомозами*. Различают *спинную*, *брюшную* и *боковые лакун*. Внутри брюшной лакуны располагается брюшная нервная цепочка. Сокращения стенок лакун способствуют циркуляции целомической жидкости. У некоторых пиявок в ней содержится *гемоглобин* и *амёбонидные клетки*, обладающие способностью фагоцитоза.

Выделительная система пиявок метанефридиального типа.

В половом отношении пиявки — гермафродиты. Мужские половые органы представлены метамерно расположенными *семенниками*, от которых отходят короткие *семявыносящие каналы*, сливающиеся затем в *семяпроводы*. Последние открываются в *семенные пузыри*, из которых сперма поступает *семяизвергательные*

каналы, а из них — в канал совокупительного органа. У некоторых пиявок совокупительного органа нет и сперма выделяется наружу в *сперматофоре* — пакете сперматозоидов, склеенных особым секретом. Сперматофор прикрепляется к брюшку пиявки-партнёра вблизи женского полового отверстия. У других форм сперматофор может целиком вводиться во *влагалище* или прикрепляться к коже. Женские половые органы представлены одной парой *яичников*, короткими *яйцеводами* и *влагалищем*, лежащим позади мужского полового отверстия на брюшной стороне. Оплодотворённые яйца откладываются в кокон, образующийся, как и у дождевых червей, в результате выделения слизистого секрета железами пояска. Кокон пиявки прикрепляют к различным подводным предметам. Некоторые носят кокон на брюхе.

Развитие пиявок характеризуется отсутствием у них свободноплавающей личинки. В яйцах развиваются личинки, плавающие в жидкости кокона с помощью ресничного аппарата. После метаморфоза личинки превращаются в молодых пиявок и выходят из кокона.

В медицине пиявок использовали с глубокой древности. Для этих целей применяют различные виды челюстных пиявок, но наибольшее значение имеет медицинская пиявка. В 1840 г. в водоёмах Франции было отловлено более 25 миллионов пиявок, употребляя их практически от всех болезней. В настоящее время пиявок используют только при лечении гипертонии и тромбозов.

13.3. Систематический обзор

В типе кольчатых червей насчитывают около 8 000 видов.

Класс Первичные кольцецы (Archianellida).

Является наиболее примитивным классом кольчатых червей. Размеры арханеллид обычно не превышают 2-3 мм. Обитают в прибрежной части моря. Включает семейства: Dinophilidae, Protodrillidae, Saccocirridae, Nerillidae.

Класс Многощетинковые (Polychaeta)

Типично морские черви, известны лишь единичные виды из пресных вод. Общее число видов — 6 000.

Подкласс Свободноподвижные полихеты (Errantia)

Ведут подвижный образ жизни, имеют длинное тело с гомономной сегментацией и хорошо развитыми параподиями. Основные семейства: Aphroditiidae, Phyllodocidae, Tomopteridae, Syllidae, Nereidae.

Подкласс Сидячие полихеты (Sedentaria)

Ведут малоподвижный образ жизни. Простому развит слабо, параподии более или менее редуцированы. Обитают в грунте или прикрепляются к различного рода субстратам: водорослям, раковинам моллюсков, панцирям ракообразных, камням и т.д. Основные семейства: Arenicolidae, Terebellidae, Sabellidae, Serpulidae.

Подкласс Мизостомиды (Myzostomida)

Имеют плоское тело с невыраженной метамерией, параподии представлены пятью парами брюшных выростов со щетинками в виде крючков. Целом развит слабо, внутренние органы лежат в паренхиме. Кровеносная и дыхательная системы от-

сутствуют. Гермафродиты. Являются паразитами и комменсалами морских лилий, звезд и офиур.

Класс Малощетинковые (Oligochaeta)

Пресноводные, реже морские или почвенные черви. Сегментация тела гомономная, простомииум не выражен. Параподии, пучки щетинок, щупальца и усики отсутствуют. Целом развит хорошо. Гермафродиты, развитие без метаморфоза. Известно около 2500 видов. Основные семейства: Lumbriculidae, Aeolosomatidae, Naididae, Tubificidae, Enchytraeidae, Nematodidae, Lumbricidae, Branchiobdellidae.

Класс Пиявки (Hirudinea)

Известно более 250 видов пиявок, обитающих в пресных водоемах, реже в соленых или ведущих наземный образ жизни. Наружная кольчатость не соответствует внутренней сегментации. Параподии и щетинок отсутствуют. Целом редуцирован и представлен системой лакун. Имеют две присоски: переднюю и заднюю, реже только одну. Гермафродиты, развитие без метаморфоза. Являются временными, реже постоянными паразитами животных и человека.

Подкласс Древние пиявки (Archihirudinea)

Небольшие черви, длиной до 3 см. Передняя присоска не развита, а ее функцию выполняют поперечные ряды маленьких щетинок на пяти сегментах передней части тела. Число сегментов постоянное и составляет 30. Целом частично редуцирован. Паразиты рыб.

Подкласс Настоящие пиявки (Euhirudinea)

Передняя присоска хорошо развита. Щетинок нет. Целом редуцирован. Кровеносная система представлена остатками целома — лакунами. Распространены во всех частях Света.

Отряд Хоботные пиявки (Rhynchobdellida)

Пиявки длиной 5-75 мм, имеют хобот. На один внутренний (истинный) сегмент приходится три наружных. Отряд делится на два семейства: Плоские пиявки (Glossiphoniidae) и Рыбьи пиявки (Ichthyobdellidae, seu Piscicolidae).

Отряд Бесхоботные пиявки (Arhynchobdellida)

Крупные пиявки, размером 50-100 мм. Хобота нет, но в глотке располагаются три челюсти или их рудименты. На один внутренний сегмент приходится 5 наружных. Включает семейства: Челюстные пиявки (Gnathobdellidae) и Глоточные пиявки (Herpobdellidae).

13.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат: Морской червь nereis

Тело червя веретенообразной формы, слегка сжато в спинно-брюшном направлении и разделено на сегменты (метамеры). Головной отдел состоит из простомииума (головной лопасти) и перистомииума (слившиеся 1-й и 2-й сегменты). На простомииуме заметны небольшие щупальца, крупные пальпы, а по бокам — длинные тонкие усики, или цирры. У основания головной лопасти на спинной поверхности лежат глаза в виде двух черных точек. С брюшной поверхности заметно ротовое отверстие, вывернувшаяся глотка с парой хитинизированных темноокрашенных челю-

стей. Туловищные сегменты по бокам несут выросты тела — параподии. Последний (хвостовой) сегмент тела называется пигидиум и снабжён парой анальных усиков. Естественная окраска нереиса различна, в зависимости от цвета дна, но преобладают бурые тона.

Макропрепарат: Морской червь пескожил

Тело червя вытянуто, в поперечнике округлое, сегменты в виде узких колец. Внешняя сегментация не соответствует внутренней (на один внутренний сегмент приходится 5 внешних). Передняя часть тела более широкая, чем задняя. Простомиум лишён придатков в связи с обитанием в толще грунта и питанием детритом. Параподии имеются только в передней и средней части тела. Рядом с параподиями располагаются наружные жабры в виде коротких нитевидных выростов.

Макропрепарат: Медицинская пиявка

Тело пиявки вытянуто в длину, уплощено в спинно-брюшном направлении, состоит из узких кольцевидных сегментов. Окраска тела оливково-зелёная с продольными линиями желтовато-красных точек. Брюшная поверхность тела светлая, зеленовато-жёлтого цвета. На один внутренний сегмент приходится 5-6 наружных. Головной конец тела снабжён небольшой передней присоской, в глубине которой располагается ротовое отверстие. Хвостовой конец тела заканчивается задней, более крупной присоской.

Макропрепарат: Пищеварительная система медицинской пиявки

На дне передней присоски располагается ротовое отверстие, ведущее в ротовую полость и далее в глотку. Пищевод узкий и короткий, открывается в среднюю кишку. Она образует многочисленные боковые выросты — карманы. Всего имеется 11 пар карманов, из которых последняя пара доходит до задней части тела пиявки. Задняя кишка узкая, расположена посреди 11-й пары карманов, заканчивается анальным отверстием, открывающимся на спинной поверхности у основания задней присоски.

Макропрепарат: Внутреннее строение дождевого червя

В первом сегменте тела червя открывается рот, глотка объёмистая, округлой формы. Пищевод цилиндрический, его окружают кольцевые кровеносные сосуды чёрного цвета. По бокам от пищевода заметны небольшие семенники в семенных капсулах, позади них — вытянутые семенные мешки. Далее пищевод образует расширение — зоб, переходящий в мышечный желудок. От него начинается средняя кишка. На её дорсальной поверхности в виде пунктирной линии тёмного цвета располагается спинной кровеносный сосуд. Метанефридии слабо заметны, беловатые, нитевидной формы.

Макропрепарат: Нервная система дождевого червя

На спинной поверхности глотки в передней её части заметен округлой формы надглоточный ганглий, связанный с подглоточным окологлоточным нервным кольцом. Подглоточный нервный узел (на препарате не виден) продолжается в

брюшную нервную цепочку, образующую утолщения — сегментные ганглии. От последних отходят тонкие нитевидные нервные тяжи, иннервирующие органы и ткани сегментов.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Параподия nereиды

Под малым увеличением микроскопа рассмотрите параподию nereиды. Это вырост тела червя, состоящий из спинной лопасти (верхняя часть параподии) и брюшной (нижняя часть параподии). Каждая лопасть снабжена выростами — усиками и пучками щетинок. Последние дистальными частями соединяются с крупными, тёмного цвета, опорными щетинками, прикрепляющимися к мышечным волокнам.

Микропрепарат: Поперечный разрез дождевого червя

Под малым увеличением микроскопа рассмотрите поперечный срез дождевого червя. Снаружи тело червя покрыто тонкой кутикулой, под которой располагается однослойный покровный эпителий, слой кольцевых и продольных мышц. Последний со стороны вторичной полости тела выстлан тонким слоем целомического, или перитонеального эпителия. Слой продольных мышц разбит на несколько участков, между которыми находятся углубления — щетинконосные мешочки. Опорные щетинки чёрного цвета в виде лежащей на боку или перевернутой буквы V. В центральной части среза заметен кишечник, дорсальная стенка которого имеет впячивание в виде листка клевера — тифлозоль. Стенка кишечника состоит из двух слоёв клеток: наружного (хлорогенового) и внутреннего (железистого). В дорсальной части стенки кишечника находится спинной кровеносный сосуд, а брюшной соединяется с вентральной частью кишки тонким слоем соединительной ткани — мезентерием (брыжейкой). В целоме видны метанефридии в виде удлинённых извитых трубок неправильной формы. Вблизи от брюшного кровеносного сосуда располагается нервная цепочка с отходящими от неё нервными стволами.

Микропрепарат: Поперечный разрез медицинской пиявки

На малом увеличении микроскопа рассмотрите срез пиявки. Снаружи тело червя покрыто кутикулой, под которой располагается однослойный эпителий, слой кольцевых, диагональных и продольных мышц. Пространство между внутренними органами заполнено паренхимой из рыхлой соединительной ткани. В центральной части среза находится средняя кишка и её боковые карманы. Сверху и снизу кишечника заметны спинная и брюшная лакуны, а сбоку — боковые лакуны, выполняющие функцию кровеносных сосудов. Внутри брюшной лакуны находится брюшная нервная цепочка. В слое паренхимы в виде тяжёлой проходят дорсо-вентральные пучки мышечных волокон.

13.5 Дополнительные сведения об аннелидах

Большинство полихет является свободноживущими организмами. Только в некоторых случаях они связывают место своего обитания с другими животными.

Таких партнёров называют комменсалами. Часто они поселяются внутри губок, в раковинах брюхоногих моллюсков с раками-отшельниками, на морских звездах. Некоторые кольцецы являются паразитами. Так, полихета *Ichthyotomus sanguinarius* ртом прикрепляется к плавникам морских угрей и питается их кровью.

Пескожил (*Agenicola marina*) живёт на песчаном и илистом морском дне в изогнутых U-образных норках. Оба конца норки открываются на поверхности грунта. Пищей для пескожила служит ил с находящимися в нём органическими веществами. Переработанные илистые частицы в виде экскрементов выбрасываются на поверхность дна, на котором образуются характерные конусообразные насыпи. Периодически пескожил выставляет заднюю часть тела из норки и выбрасывает экскременты. Некоторые рыбы (треска, навага, минтай и др.) в этот момент хватают пескожила за хвост в надежде вытащить его целиком. Это удаётся редко, поскольку червь своими щетинками упирается в стенки норки. Откушенный рыбой задний конец тела через некоторое время регенерирует.

Некоторые полихеты, как, например, тихоокеанский палоло (*Eunice viridis*), размножаются один раз в год во время новолуния. Палоло появляются в таких количествах, что вода становится непрозрачной из-за всплывших на поверхность задних частей тела червей, переполненных половыми продуктами. Местное население островов Фиджи с нетерпением ждёт времени размножения палоло, сотни лодок уходят в море. Начинённые “икрой” эти черви считаются лакомством в сушеном и жареном виде.

На всех стадиях развития полихеты в больших количествах поедаются рыбами. Калорийность полихет весьма высока. Например, 1 г сухого вещества *Nereis diversicolor* содержит 5578 калорий, *Agenicola marina* — 2552 калорий. В Японии нереида *Nereis japonica* используется в качестве земледобрильного тука.

Самые крупные земляные черви принадлежат к семейству мегасколецид (*Megascolecidae*), представители которого встречаются в тропиках южного полушария. Австралийский земляной червь (*Megascolides australis*) достигает длины до 2,5 метров. Эти черви перерабатывают огромное количество земли, их выбросы в виде башенок достигают высоты до 20-25 см.

Кроме положительной роли (перекапывание земли, улучшения доступа к корням растений воды и воздуха, нейтрализации гуминовых кислот) дождевые черви могут играть и отрицательную. Они являются промежуточными хозяевами для некоторых гельминтов, в частности, для метастронгилюсов, вызывающих тяжёлое заболевание дыхательной системы у свиней.

Некоторые пиявки приспособились к жизни в морской воде и паразитируют у различных морских животных. На камчатских крабах паразитирует крупная пиявка *Carcinobdella cyclostomata*, достигающая 13 см в длину. От Гренландии до Аляски распространена *Iohanssonia arctica*, которая облюбовала себе морских огурцов и скатов.

Наземные челюстные кровососущие пиявки многочисленны в тропических регионах Южной и Юго-Восточной Азии, Южной и Центральной Америке, Австралии. На кустах, деревьях, в траве эти пиявки сидят в выжидательной позе, прикрепившись задней присоской к субстрату. Нападают эти пиявки на теплокровных жи-

вотных и человека, нередко забираясь даже в складки одежды. После укусов таких пиявок остаются долго кровоточащие ранки, а одежда пропитывается кровью.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика типа кольчатых червей.
2. Систематика кольчатых червей.
3. Морфологические особенности многощетинковых червей на примере нереиды и пескожила.
4. Строение малощетинковых червей на примере дождевого червя.
5. Морфология пиявок на примере медицинской пиявки.
6. Значение кольчатых червей в природе и жизни человека.

ЧАСТЬ 3. ЧЛЕНИСТОНОГИЕ И МОЛЛЮСКИ

О г л а в л е н и е

14. Членистоногие. Ракообразные.....	4
14.1. Общая характеристика и систематика.....	4
14.2. Морфологический обзор.....	5
14.3. Систематический обзор.....	12
14.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	14
14.5. Дополнительные сведения.....	16
15. Паукообразные.....	18
15.1. Общая характеристика и систематика.....	18
15.2. Морфологический обзор.....	19
15.3. Систематический обзор.....	22
15.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	24
16. Многоножки.....	26
16.1. Общая характеристика и систематика.....	26
16.2. Морфологический обзор.....	26
16.3. Описание макропрепаратов.....	28
17. Насекомые.....	29
17.1. Общая характеристика и систематика.....	29
17.2. Морфологический обзор.....	30
17.3. Систематический обзор.....	35
17.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	37
18. Моллюски.....	40
18.1. Общая характеристика и систематика.....	40
18.2. Морфологический обзор.....	41
18.3. Систематический обзор.....	48
18.4. Описание макро- и микропрепаратов.....	49
19. Иглокожие.....	52

19.1. Общая характеристика и систематика.....	52
19.2. Морфологический обзор.....	53
19.3. Описание макро- и микропрепаратов.....	57
20. Коллоквиум по зоологии беспозвоночных.....	58
20.1. Правила сдачи коллоквиума по зоологии беспозвоночных.....	58

14. Членистоногие. Ракообразные.

- 14.1. Общая характеристика и систематика.
- 14.2. Морфологический обзор.
- 14.3. Систематический обзор.
- 14.4. Описание макро- и микропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- влажные препараты ракообразных; сухие зоопрепараты расчлененных речных раков; микропрепараты веслоногих и ветвистоусых ракообразных, карпоедов;
- рисунки, слайды.
- живые культуры дафний и циклопов.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение влажных и сухих препаратов ракообразных, рисунков, их зарисовка; просмотр слайдов;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

14.1. Тип Членистоногие **Общая характеристика**

1. Членистоногие — двустороннесимметричные сегментированные животные с членистыми конечностями. Сегменты объединены в функциональные единицы (тагмы), в которых метамерное расчленение можно определить лишь по наличию придатков.

2. Внутренняя полость тела смешанная, образована путем слияния первичной и вторичной.

3. Тело покрыто хитинизированной кутикулой, состоит из трех отделов: головы, груди и брюшка.

4. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки. Из пищеварительных желез свойственны печень (ракообразные, паукообразные), слюнные и ядовитые железы (паукообразные и насекомые).

5. Дыхательная система в виде жабр, трахей, легких. У мелких форм с примитивным строением дыхание осуществляется путем диффузии кислорода через покровы тела.

6. Кровеносная система представлена сердцем, сосудами и лакунами, незамкнутая.

7. Нервная система состоит из головного мозга, окологлоточных колец, подглоточного ганглия и брюшной нервной цепочки. Органы чувств развиты хорошо.

8. Выделительная система в виде головных (антеннальных и максиллярных) и грудных желез (ракообразные), мальпигиевых сосудов (паукообразные и насекомые), коксальных желез (паукообразные).

9. Большинство членистоногих — раздельнополые животные, реже гермафродиты. Развитие с метаморфозом или без него.

Ракообразные **Систематика**

Тип Членистоногие (Arthropoda)

Подтип Жабернодышащие (Branchiata)

Класс Ракообразные (Crustacea)

Подкласс Жаброногие раки (Branchiopoda)

Отряд Листоногие (Phyllopoda)

Подотряд Ветвистоусые (Cladocera)

Виды: дафния большая (Daphnia magna)

дафния-блоха (Daphnia pulex)

Подкласс Максиллоподы (Maxillopoda)

Отряд Веслоногие (Copepoda)

Виды: циклоп зеленый (Cyclops viridis)

эргасилус (Ergasilus sieboldi)

лернея карповая (Lernaea cyprinacea)

Отряд Карпоеды (Brachiura)

Вид: карпоед листовидный (Argulus foliaceus)

Подкласс Высшие раки (Malacostraca)

Отряд Равноногие (Isopoda)

Виды: водяной ослик (Asellus aquaticus)

морской таракан (Mesidotea entomon)

мокрица (Porcellio sp.)

Отряд Разноногие (Amphipoda)

Вид: бокоплав озерный (Gammarus lacustris)
Отряд Десятиногие (Decapoda)
Виды: речной рак (Astacus astacus)
креветка восточная (Macrobrachium nipponensis)
омар (Hommarus hommarus)
лангуст (Palinurus vulgaris)
рак-отшельник (Pagurus sp.)
камчатский краб (Paralithodes camtschatica)

14.2. Морфологический обзор

Общее число известных видов ракообразных превышает 20 000. Это преимущественно водные животные, населяющие морские, пресные и подземные водоемы. Отдельные виды приспособились к жизни на суше, известны среди ракообразных и паразиты.

Ракообразные характеризуются наличием двух пар усиков: *антенн (усики 1-ой пары)* и *антеннул (усики 2-ой пары)*, а также двуветвистых конечностей. Тело этих животных состоит из трех отделов: *голова, груди и брюшка*. Количество сегментов тела различно и колеблется от 5 до 50.

Головной отдел представлен *акроном* (головной лопастью) и четырьмя сегментами. На голове располагаются антенны и антеннулы, видоизмененные конечности для удержания и измельчения пищи. В состав груди у высших раков входит восемь сегментов, каждый из которых снабжен парой конечностей, а в состав брюшка — шесть. Последнее заканчивается *анальной лопастью* или *тельсоном*, являющимся видоизмененной последней парой брюшных ножек. У более примитивных форм ракообразных сегменты каждого отдела остаются свободными, а у большинства высших раков они сливаются в функциональные единицы — тагмы (голова, грудь, брюшко).

С вентральной части головы находится *ротовое отверстие*, прикрытое сверху непарной кутикулярной складкой — *верхней губой*. У высших раков голова и грудь сливаются воедино, образуя неподвижное соединение — *головогрудь*, или *карапакс*. На голове располагаются органы осязания и обоняния — *усики 1-ой и 2-ой пар (антеннулы и антенны)*, причем антенны обычно значительно длиннее. У листоногих раков антенны приспособлены для плавания, а антеннулы рудиментарны. В особых выемках у высших раков находятся *глаза* на подвижных стебельках. У максиллопод глаза простые, часто непарные, без стебельков. Бранхиоподы обладают парными глазами, один из которых, как например, у ветвистоусых, простой, а второй — сложный. Вторая пара головных конечностей — *верхние челюсти (жвалы, или мандибулы)* служат для перетирания и измельчения пищи. За ними располагаются конечности третьего и четвертого сегментов головы — *нижние челюсти (максиллы первой и второй пары)* в виде листообразных ножек.

Грудные конечности служат для плавания, передвижения по грунту, поимки, удержания и измельчения пищи. Ближе к ротовому отверстию находятся *ногочелюсти*, у высших раков их три пары, подносящие кусочки добычи ко рту. Остальные пять пар грудных конечностей малакострак служат для передвижения по грунту и

носят название *ходильных ног*. Первая их пара наиболее развита и вооружена *клешнями*, состоящими из *подвижного* и *неподвижного пальцев*. Соединяются они между собой с помощью особого сустава. Нередко вторая и третья пара ходильных ног также заканчивается небольшими клешнями (речные раки, омары, креветки). Некоторые паразитические ракообразные имеют редуцированные грудные конечности.

Брюшные ножки развиты преимущественно у высших раков, двуветвистые. Часто они несут не двигательную, а дыхательную функцию. У самцов речного рака первая пара брюшных ножек функционирует в качестве совокупительного органа при переносе спермы к половым отверстиям самки. У последних эта пара брюшных конечностей отсутствует. Обычно оплодотворенная икра прикрепляется самками на брюшные ножки, где находится до моменты выхода молоди. У большинства малакостраков последняя пара брюшных ног преобразована в широкие пластинки, формирующие веерообразный *хвостовой плавник*, или *тельсон*. При его расправлении и ритмичном сгибании брюшка высшие раки способны довольно быстро плавать задней частью тела вперед. У плавающих десятиногих (креветки) мощное развитие брюшка и его конечностей привело к тому, что эти животные ведут больше пелагический, чем донный образ жизни.

Покровы тела ракообразных состоят из *кутикулы*, *гиподермального эпителия* и *базальной мембраны*. В наружном слое кутикулы откладывается карбонат кальция, что придает покровам особую прочность. Внутренний слой кутикулы образован эластичным органическим азотсодержащим веществом — *хитином*. У мелких форм ракообразных кутикула слабо пропитана известью, мягкая и прозрачная. Крупные донные формы ракообразных имеют сильно обызвествленный панцирь.

Мышечная система представлена пучками поперечнополосатых мышечных волокон, особенно хорошо развитых в конечностях, служащих для передвижения.

Пищеварительная система состоит из *передней*, *средней* и *задней кишек*. Передняя и задняя кишки изнутри имеют кутикулярную выстилку, поэтому при линьке сбрасываются и заменяются заново. У речного рака передняя кишка образует в своей терминальной части расширение — *желудок*, делящийся на два отдела: *кардиальный* и *пилорический*. В кардиальном, или жевательном желудке кутикула утолщена в виде 3-х пропитанных известью *жевательных пластинок*, свободный край которых зазубрен. При сокращении стенок желудка частицы пищи измельчаются жевательными пластинками и поступают в пилорический отдел. В его начальной части располагаются тонкие кутикулярные выросты, образующие подобие фильтра, через отверстия которого проходит только сильно измельченная пища. Средняя кишка имеет трубкообразный вид, от ее стенок отходят железистые боковые выпячивания, часто называемые *печенью*, где и происходит фагоцитоз пищевых частиц. У речного рака печень крупная, двухлопастная, состоящая из множества мелких извитых трубочек, которые сливаются вместе и в виде протока впадают в среднюю кишку. Задняя кишка образует прямую трубку, лишённую придатков. У некоторых паразитических видов кишечник полностью атрофирован.

Дыхание у мелких ракообразных осуществляется всей поверхностью тела. У высших раков имеются *жабры*, представляющие собой выросты ногочелюстей и ходильных ног. Жабры десятиногих ракообразных находятся по бокам головогруды в т.н. жаберной полости и прикрыты сверху карапаксом. Ток воды осуществляется

через щель между заднем краем панциря и брюшком по направлению к передней части тела. Этому способствуют движения особого отростка максилл второй пары (лодочки), который производит у речного рака до 200 взмахов в минуту. Гемолимфа поступает в жабры, где и осуществляется газообмен благодаря истонченному слою кутикулы, их покрывающей. У мокриц и других равноногих раков на пластинчатых брюшных ножках образовались впячивания покровов, через которые поступает кислород.

Кровеносная система незамкнутая, сложность ее строения зависит от степени развития органов дыхания. У наиболее примитивных форм *сердце* овальной или трубкообразной формы, без кровеносных сосудов. Сердце может находиться в груди или брюшке, в зависимости от того, где расположены жабры. У речного рака оно лежит в области груди, окружено *перикардием*. От сердца отходят: *передняя аорта*, *антеннальные*, *верхняя брюшная* и *нисходящая артерии*. Сосуды разветвляются и открываются прямо в полость тела. Отдав кислород, гемолимфа течет по *венозным синусам* к жабрам, где окисляется и по *жаберно-сердечным венам* поступает в перикардий. Из него гемолимфа через особые отверстия — *остии* попадает в полость сердца. Кровь ракообразных чаще бесцветна, но у некоторых видов окрашена *гемоглобином* в красный цвет. У омаров и крабов она голубоватая, т.к. содержит дыхательный пигмент *гемоцианин*, в состав которого входит медь.

Нервная система ракообразных напоминает таковую кольчатых червей. Она состоит из *головного мозга* (*укрупненный надглоточный ганглий*), *окологлоточных колец*, *подглоточного ганглия* и *брюшной нервной цепочки*. У большинства раков брюшные стволы сблизилась, ганглии их слились, вследствие чего поперечные комиссуры между ними исчезли. Так, у речного рака вместо 18-ти ганглиев сохранились только 12: подглоточный нервный узел, 5 грудных и 6 брюшных ганглиев. У крабов имеются лишь две нервные массы: головной мозг и крупный грудной нервный узел, образовавшийся при слиянии ганглиев брюшной нервной цепочки (брюшко у крабов развито слабо). У веслоногих сформировалась компактная ганглиозная масса, пронизанная кишкой. В состав нервной системы ракообразных входят специальные клетки, выделяющие особые гормоны — *нейросекреты*. Они поступают в гемолимфу и влияют на деятельность отдельных органов, процессы линьки, метаморфоза, регенерации и обмена веществ.

Степень развития органов чувств у ракообразных находится в прямой зависимости от сложности их организации. Чувство осязания приурочено только к определенным местам на покровах тела. Осязательные щетинки находятся на поверхности антенн и антеннул, ходильных ног. У основания таких щетинок под гиподермальным эпителием лежат *биполярные нервные клетки*. На антеннулах расположены чувствительные волоски с проницаемой для химических веществ кутикулой. Эти рецепторы выполняют функции органов обоняния и химического чувства. У большинства десятиногих раков имеются органы равновесия. Морфологически это глубокие впячивания покровов в основном членике антеннул, т.н. *статоцист*, внутренние стенки которого усажены нежными перистыми щетинками. Мелкие песчинки выполняют роль статолита, оказывая давление на щетинки при изменении положения животного. При линьке хитиновая выстилка статоцистов и статолиты удаляются и животное набирает новый запас песчинок либо клешней, либо погружая голову в песок. Орга-

нами зрения ракообразных служат *глаза*. У веслоногих раков глаз непарный, простой, лежит между основаниями антеннул и является продуктом слияния двух или четырех глазных бокальчиков, состоящих из одного слоя ретинальных клеток. Такой глаз носит название *науплиального*. Высшие раки снабжены парой сложных *фасеточных глаз*, размещающихся на подвижных глазных стебельках. Такие глаза состоят из множества *фасеток*, или *омматидиев*, числом от нескольких десятков до нескольких тысяч. По форме фасетки напоминают конусы, вершиной обращенные к дну глаза. В верхней части омматидиев находятся линзы роговицы, напоминающие по форме гексаэдры. Под ними располагаются кристаллические конусы, проводящие свет и гомологичные хрусталику у позвоночных. Полость и стенки омматидиев заполнены пигментными клетками с рабдомами (светочувствительными палочками). В нижней части омматидиев находятся нервные клетки сетчатки, воспринимающие световые волны. Каждый омматидий отображает на сетчатке только одну точку рассматриваемого предмета. В результате сложный глаз дает изображение, состоящее из большого числа точек, т.е. мозаичное. У таких ракообразных как ветвистоусые имеются два глаза, один из которых науплиальный, а второй — фасеточный.

Выделительная система ракообразных представлена парой видоизмененных метанефридий. Это объясняется тем, что у раков полость тела сплошная, а не разделенная на отдельные обособленные сегменты, как у кольчатых червей. Метанефридии высших раков до 1 см длиной, открываются у основания антенн второй пары, в связи с чем названы *антеннальными*, или *зелеными* (из-за цвета) *железами*. У остальных ракообразных они меньше и открываются у основания второй пары нижних челюстей, почему и называются *максиллярными*.

Большинство ракообразных раздельнополы, у некоторых отчетливо выражен половой диморфизм. Самцы речного рака хорошо отличимы от самок по наличию 1-й пары брюшных ножек, удлинённых и выполняющих функцию совокупительного органа. Мужская половая система состоит из парных *семенников*, сливающихся своими задними частями, *семявыносящих канальцев*, *семяпроводов* и двух *половых отверстий*, открывающихся у основания последней пары ходильных ног. Семяпроводы образуют расширения — *семенные пузырьки*, внутренняя поверхность которых выстлана железистыми клетками. Выделениями последних сперматозоиды склеиваются в большие, одетые оболочкой пакеты — *сперматофоры*. При копуляции они вводятся самцом с помощью 1-й пары брюшных ножек в половые пути самки или просто подвешиваются вблизи них. Женская половая система состоит из парных *яичников*, *яйцеводов* и *половых отверстий с семяприемниками*. При совокуплении они заполняются спермой, которая сохраняется там до откладки яиц, когда и происходит оплодотворение.

Развитие ракообразных происходит с метаморфозом, либо без него. Последнее характерно для речных раков, когда из икринки выходит миниатюрная копия взрослого животного. Некоторое время молодые рачки остаются прикрепленными к брюшным ножкам самки. У максиллопод из оплодотворенного яйца развивается личинка *науплиус*, проходящая несколько науплиальных стадий, каждая из которых сопровождается линькой, после чего становится половозрелой. У креветок метаморфоз включает стадии науплиуса, метанауплиуса, мизидной личинки, *зоеа*. У крабов

из яйца сразу выходит зоеа, ведущая планктонный образ жизни и после ряда линек оседающая на дно, где превращается в молодого неполовозрелого крабика.

Веслоногие ракообразные (Copepoda) населяют самые разнообразные водоемы: от пересыхающих луж до пещерных вод и максимальных океанских глубин. Среди копепод встречаются как свободноживущие, так и паразитические виды. Веслоногие являются важнейшими компонентами планктона в пресных и морских водах, служат пищей для большого числа животных, главным образом, рыб.

Размеры большинства веслоногих до 5 мм, однако некоторые паразитические и глубоководные виды могут достигать в длину до 5 см и более. Тело копепод делится на три отдела: голову, грудь и брюшко. Голова без признаков сегментации срастается с первым грудным сегментом. В лобной части головы располагается единственный науплиальный глаз. Антеннулы сильно развиты и могут превышать длину тела самого животного, особенно у пелагических видов. Антенны короткие, двуветвистые. На антеннах и антеннулах располагаются чувствительные щетинки, выполняющие осязательную и хеморецепторную функции. Верхние челюсти (мандибулы, или жвалы) мощные, снабжены двуветвистыми щупиками. Зубцы жвал покрыты кремневыми коронками, что увеличивает их прочность. Передние и задние нижние челюсти имеют сложное строение и функционируют в качестве фильтров. К придаткам головы относится и пара одноветвистых ногочелюстей, принадлежащие слившемуся с головой первому грудному сегменту. Антенны, щупики верхних челюстей и нижние челюсти веслоногих совершают непрерывные взмахи, создавая круговорот воды, увлекающий взвешенные пищевые частицы. Грудной отдел состоит из 5-ти сегментов с четкими границами между ними. Каждый сегмент груди снабжен парой конечностей, которые совершая синхронные взмахи, обуславливают движение животного. У самцов последняя пара грудных ножек служит для удержания самки при спаривании, а у самок подвергается редукции. Брюшко состоит из 4-х сегментов и заканчивается тельсоном с фуркальными ветвями, покрытыми щетинками. На первом брюшном сегменте открывается парное или непарное половое отверстие, у самок этот сегмент крупнее остальных.

У паразитических веслоногих головные конечности видоизменены в органы прикрепления, сегментация слабо выражена или отсутствует, грудные конечности рудиментарные.

Дыхание веслоногих происходит диффузно через покровы, в связи с чем кровеносная система развита слабо, а чаще всего, отсутствует.

Копеподы раздельнополы. Самцы обычно меньше самок, имеют искривленные антеннулы, пятая пара грудных ножек хорошо развита. При спаривании самец прикрепляет сперматофоры вблизи полового отверстия самки до выметывания яиц, когда и наступает оплодотворение. Оплодотворенные яйца либо выбрасываются в воду, либо склеиваются между собой в пакеты и остаются прикрепленными у половых отверстий, формируя один или два яйцевых мешка.

Из яйца развивается личинка науплиус, многократно линяющая (11-12 раз), после чего превращается в половозрелого рачка.

Негативное значение веслоногих заключается в том, что циклопы и некоторые другие виды копепод являются промежуточными хозяевами для паразитических

червей, вызывающих заболевания животных и человека (лентец широкий, ришта и др.).

Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) — преимущественно пресноводные животные, хотя включают и небольшое число морских видов. Размеры кладоцер варьируют от 0,5 до 20 мм.

Тело большинства ветвистоусых заключено в двустворчатую полупрозрачную хитиновую раковинку. В нижней части головы имеется клювовидный рострум. На лобной части головы располагается непарный фасеточный глаз, а чуть ниже его — науплиальный. Число фасеток в глазу колеблется от 22 до 300 в зависимости от вида рачков. Под рострумом находятся маленькие палочковидные антеннулы. Антенны сильно развиты, двуветвистые с длинными перистыми щетинками. Взмахивая антеннами, рачки совершают скачкообразное плавание. В нижней части головы располагается рот, окружённый верхней губой, верхними и нижними челюстями. Грудной отдел укорочен и состоит из 4-6 сегментов, помещается внутри раковинки. У самок между спинной поверхностью тела и краем раковины имеется полость — выводковая камера. В неё откладываются яйца и развиваются эмбрионы. Грудные ножки ветвистоусых лопастевидные, снабжены многочисленными перистыми щетинками, которые формируют фильтрующий аппарат рачков. Конечности груди совершают до 300 - 500 взмахов в минуту. У дафний из 5-ти пар грудных ножек в фильтрации участвуют только третья и четвёртая. При движении вперёд первой пары грудных ножек, вода поступает внутрь раковинки животного. Дальнейшее её движение обеспечивается изгибанием вперёд третьей и четвёртой пары грудных конечностей. Проходя через щетинки ножек крупные частицы задерживаются, а мелкие устремляются к ротовому отверстию. Взмахом назад пятой пары грудных ножек вода выводится из фильтрующей камеры. Наружные лопасти грудных ног кладоцер видоизменены в жабры. В плазме крови рачков содержится гемоглобин, от которого зависит их окраска. Как правило, чем меньше в воде растворённого кислорода, тем окраска рачков более интенсивная, обычно красноватого цвета. Кровь приводится в движение мешковидным сердцем, расположенным выше выводковой камеры. Частота сокращения сердца зависит от температуры воды. Так, при температуре 20° С сердце сокращается до 500 раз в минуту. Брюшко ветвистоусых короткое, изогнуто под прямым углом и прячется между створками раковинки. На его спинной стороне могут быть щетинки, а в каудальной части оно заканчивается двумя коготками.

Питаются кладоцеры бактериями, одноклеточными водорослями, саркодовыми, инфузориями. Среди ветвистоусых встречаются и хищные формы, нападающие на своих же сородичей.

Самцы кладоцер намного меньше самок, т.е. имеет место чёткое проявление полового диморфизма. Появляются самцы осенью, когда количество пищи и температура воды снижаются. К самкам самцы прикрепляются с помощью коготков передних грудных ножек и антеннул. Оплодотворённые яйца (чаще 2) развиваются в выводковой камере и покрываются защитными оболочками. Такие яйца откладываются в воду и опускаются на дно, либо как у дафний, всплывают на поверхность воды. С помощью этих яиц (эфиппиумов) происходит расселение ветвистоусых. Они могут вмерзать в лёд, переносится ветром из одного водоёма в другой, высыхать.

Весной из таких яиц при наступлении благоприятных условий выходят молодые рачки и достигнув половозрелости приступают к размножению.

Ветвистоусые являются излюбленным кормом для рыб и их молоди, составляют значительную часть зоопланктона в пресных водоёмах. Являясь активными фильтраторами эти рачки способствуют биологической очистке воды, а при проведении токсикологических исследований служат модельными организмами.

Отряд Карпеды (*Branchiura*) включает ракообразных, являющихся временными паразитами пресноводных и морских рыб. Известно около 130 видов карпедов.

Тело этих рачков плоское, делится на передний и задний отделы. Передний отдел тела покрыт сверху карапаксом, на спинной стороне которого расположена пара крупных фасеточных глаз, а между ними 1-3 простых науплиальных глазка. Антенны и антеннулы короткие. Верхние челюсти видоизменены в колющий хоботок, а первая пара нижних челюстей преобразована в две мощные присоски. Типичное строение сохраняет вторая пара нижних челюстей. Грудных ножек 4 пары, они покрыты щетинками и служат для плавания. Кишечник имеет разветвлённые слепые выросты, где накапливается кровь хозяина. При нападении на рыбу карпеды руководствуются больше осязанием и химическим чувством, чем зрением. Дыхание осуществляется через тонкостенные участки карапакса. Сердца нет, кровь движется благодаря сокращениям кишечника и мышц брюшка. Кроме рыб, карпеды нападают на тритонов и головастиков лягушек. Некоторые морские карпеды паразитируют на головоногих моллюсках. После спаривания с самцом, самка откладывает на твёрдый субстрат от 20 до 250 яиц. Из них выходят личинки, нападающие на рыб и после двух линек приобретающие вид взрослых рачков. При сильной степени инвазии молодых рыб может наблюдаться летальный исход.

14.3. Систематический обзор

Класс Ракообразные включает большое число отрядов, поэтому рассмотрим только некоторые из них, изучаемые в данном курсе зоологии.

*Отряд Листоногие (*Phyllopoda*)*

*Подотряд Ветвистоусые (*Cladocera*)*

Мелкие, в большинстве пресноводные, планктонные рачки. Тело заключено в тонкую двустворчатую раковинку. На голове располагаются непарные науплиальный и фасеточный глаза, клювовидный вырост, антенны и рудиментарные антеннулы. Грудь короткая, её ножки функционируют в качестве фильтрующего и дыхательного аппарата. Брюшко нечленистое, подогнутое к груди. Особенность размножения ветвистоусых состоит в том, что весной из отложенных осенью яиц (эфиппиумов) выходят самки, размножающиеся партеногенетически и дающие за лето несколько поколений таких же самок. С наступлением неблагоприятных условий для развития (обеднение кормовой базы, понижение осенью температуры воды), самки начинают откладывать яйца, из которых развиваются самцы. Дальнейшее размножение осуществляется половым путём, а оплодотворённые яйца в выводковой камере самки покрываются плотной оболочкой и формируют эфиппиумы, которые после смерти са-

мок перезимовывают и весной дают новое поколение рачков. Ветвистоусые (дафнии, симоцефалюсы, дафнии, босмины, хидорусы, лептодоры, сиды и др.) имеют большое практическое значение, являясь основным источником корма для мальков и планктоноядных рыб. На рыбоводных заводах освоена технология разведения этих рачков.

Отряд Веслоногие (Copepoda)

Известно около 7500 видов копепод. Тело этих рачков состоит из головы, пятичлениковой груди и четырёхчленистого брюшка. Антеннулы развиты лучше антенн и служат для плавания. На голове находятся рот, науплиальный глаз, антенны, антеннулы и пара ногочелюстей. Грудные конечности снабжены плавательными щетинками. Брюшко лишено конечностей, заканчивается анальной лопастью с вилочкой. Отложенные самкой яйца склеиваются в один или два яйцевых мешка, прикрепляемые у последних члеников брюшка. Многие веслоногие являются паразитами морских и пресноводных рыб, циклопы — промежуточными хозяевами для лентецов и ришты. Свободноживущие копеподы составляют значительную часть рациона молоди рыб.

Отряд Карпоеды (Branchiura)

Эктопаразиты рыб, около 130 видов. Тело этих рачков сжато в спинно-брюшном направлении, причём брюшная сторона несколько вогнута. Различают голову, грудь (4 сегмента) и брюшко. Антенны и антеннулы преобразованы в крючковидные придатки. Верхние челюсти в виде тонкого колющего хоботка, а первая пара нижних челюстей видоизменена в органы фиксации — две мощные присоски, служащие для прикрепления к телу хозяина. Вторая пара нижних челюстей сохранила типичное строение. Кроме трёх науплиальных глазков имеется пара фасеточных глаз. Большой вред прудовому хозяйству наносит листовидный аргулюс (*Argulus foliaceus*), паразитирующий на коже карповых рыб и питающийся их кровью.

Отряд Усоногие (Cirripedia)

Исключительно морские ракообразные, ведущие во взрослом состоянии прикрепленный образ жизни. Личинки плавающие, по внешнему виду напоминают науплиусы. С помощью цементных желез на антеннулах личинки усоногих прикрепляются к субстрату. При этом антенны и глаза атрофируются, грудные ножки вытягиваются в усики, брюшко остаётся недоразвитым. Всё тело этих рачков покрыто мантийными складками, на поверхности которых образуются пластинки из углекислого кальция, формируя сложную раковину. Её основанием рачки плотно прирастают к любому твёрдому субстрату (камни, створки и раковины моллюсков, панцири раков, кожа китов, поверхность свай и днищ судов и т.д.). На верхней части раковины находится отверстие, закрывающееся парными щитками. Приоткрывая щитки эти рачки выставляют наружу ножки и захватывают ими мелких планктонных организмов. Играют негативную роль как организмы-обрастатели, уменьшая скорость движения судов и создавая помехи для водозабора.

Отряд Равноногие (Isopoda)

Известно около 4500 видов изопод. Преимущественно морские, реже пресноводные и наземные животные. Тело равноногих сильно сплющено в дорсовентральном направлении, сегменты головы слиты между собой, грудные конечности одноветвистые, брюшные — пластинчатые и функционируют как жабры. Трубочатое сердце расположено в двух последних грудных сегментах и брюшке. В пресных во-

дах широко распространён водяной ослик (*Asellus aquaticus*), питающийся гниющими растительными остатками. В морях можно встретить похожих на аселлюсов лигий и морских тараканов. В условиях достаточной влажности наземный образ жизни ведут различные мокрицы. Паразитические изоподы обитают преимущественно на коже рыб.

Отряд Разноногие (Amphipoda)

Разноногие раки, или бокоплавцы обычны для морских и пресных вод. Большинство из них ведут бентосный образ жизни. Известно около 4500 видов. Головогрудь образована слитной головой и первым грудным сегментом. Грудные конечности одноветвистые, разной длины. Тело сжато с боков и изогнуто на брюшную сторону. Жабры находятся у основания грудных ножек. У самок на 2-5 парах грудных ног в период размножения образуются особые пластинчатые выросты, формирующие выводковую камеру (марсупиальную сумку) для откладки яиц. Брюшные ножки двуветвистые, служат для плавания. Большое количество (до 240 видов) амфипод обитает в озере Байкал. В Беларуси 5 видов, 2 из которых занесены в Красную книгу — понтопорей и бокоплав Палласа. Разноногие являются важным компонентом пищи многих рыб, в том числе, осетровых. Пресноводные виды служат санитарями и индикаторами загрязнения водоёмов.

Отряд Десятиногие (Decapoda)

Наиболее высокоорганизованные ракообразные. Большинство из них обитает в море, меньшее число видов — в пресных водоёмах. Некоторые тропические декаподы ведут наземный образ жизни, но для размножения уходят в воду. Отдельные представители населяют пещерные водоёмы. Всего известно около 8500 видов. Отряд делится на три подотряда: длиннохвостых (*Macruga*), мягкохвостых (*Anomura*) и короткохвостых (*Brachyura*). К первому принадлежат речные раки, креветки, омары и лангусты. Ко второму — раки-отшельники, камчатский краб, наземный тропический рак пальмовый вор; к третьему — крабы. К последнему подотряду относится самый крупный представитель класса ракообразный — гигантский японский краб (*Macrochelia koempheri*), размах клешней которого составляет 3 метра. Речные раки, креветки и крабы имеют важное промысловое значение, некоторые из них разводятся на специальных фермах. В Беларуси акклиматизирована пресноводная восточная креветка в водоёме-охладителе Берёзовской ГРЭС. Широкопалый речной рак занесён в Красную книгу республики, поэтому вылов его сильно ограничен.

14.4.Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат Речной рак

Тело рака состоит из головогруды и брюшка. Последнее разделено на 6 свободных сегментов и заканчивается хвостовым плавником, или тельсоном. Головогрудь впереди заострена в виде клинообразного отростка — рострума, сбоку от которого в углублениях на подвижных стебельках расположена пара фасеточных глаз. Между головой и грудью заметна поперечная затылочная борозда. С дорсальной поверхности груди видны две жаберно-сердечные борозды, ограничивающие область сердца и жабр. Впереди и по бокам рострума направлены вперёд короткие двуветвистые антеннулы и длинные антенны. С вентральной части головы находится рот,

прикрытый челюстями. Каудальнее заметны ногочелюсти, из которых 3-я пара развита лучше остальных. По бокам от головогруды расположены 5 пар ходильных ног, первая пара их снабжена мощными клешнями, а вторая и третья имеют маленькие клешни. У самки 4 пары двуветвистых брюшных ножек, у самца — 5. Половые отверстия самца открываются на основном членике последней пары ходильных ног, самки — на основном членике 3-ей пары ходильных ног. На вентральной стороне тельсона в виде продольной щели открывается анальное отверстие.

Макропрепарат Внутреннее строение речного рака

В задней части головогруды рака лежит сердце в виде полупрозрачного мешочка. От него спереди и сзади отходят кровеносные сосуды. Под сердцем находится половая железа (у самки сквозь её стенки просвечиваются яйца, у самца — извитые семяпроводы). Впереди половой железы заметна крупная печень желтовато-коричневого или зеленоватого цвета. Дорсальнее печени расположен компактный желудок. В передней части головогруды справа и слева лежат две антеннальные железы зелёного цвета. В средней части брюшка дорсально находится верхняя брюшная артерия, под которой расположена задняя кишка.

Макропрепарат Нервная система речного рака

В головном отделе речного рака у основания рострума находится надглоточный ганглий (т.н. головной мозг). От него отходят окологлоточные кольца, огибающие пищевод и сливающиеся с подглоточным ганглием. От него начинается брюшная нервная цепочка. В брюшке обособленно расположены 6 нервных узлов.

Макропрепарат Травяной краб

Головогрудь краба широкая, пятиугольной формы, уплощена и называется карапаксом. Брюшко рудиментарное, подогнуто под головогрудь снизу. У самки оно овальной формы, у самца — клиновидное и узкое. В углублениях на переднем крае карапакса располагаются стебельчатые фасеточные глаза. Антеннулы маленькие, изогнутые под прямым углом. Антенны щетинковидные, несколько больше антеннул, направлены вперёд. Первая пара ходильных ног вооружена мощными клешнями, остальные заканчиваются длинными острыми коготками.

Макропрепарат Черноморский краб-плавунец

От травяного краба отличается меньшими размерами, более плоским телом и наличием на пятой паре ходильных ног тонких и плоских плавательных пластинок, покрытых по бокам нежными щетинками. С помощью этих видоизменённых конечностей краб может плавать и мгновенно закапываться в песок. Клешни хорошо развиты, с шипами на поверхности. Зубы на одной из клешней острые, на второй приглушены.

Макропрепарат Рак-отшельник

Тело рака-отшельника состоит из головогруды и брюшка. Последнее имеет мягкий хитиновый покров и практически не содержит солей кальция, мешковидной формы, часто спирально закручено. Для защиты своего легкоранимого брюшка раки-отшельники прячут его в пустые раковины брюхоногих моллюсков. На конце брюш-

ка имеются рудиментарные конечности, при помощи которых рак удерживает на себе раковину моллюска. Для этой же цели служат 4-я и 5-я пары грудных ножек, развитые слабее остальных. Клешни у раков-отшельников неодинаковой величины, покрыты волосками и шипиками. Антенны длинные, антеннулы более короткие, глаза стебельчатые.

Макропрепарат Креветка

Тело креветки состоит из головогруды и сегментированного брюшка, вытянуто в длину и сжато с боков. Покровы панциря слабо обызвествлены, гибкие. На передней части головогруды находится длинный и зазубренный рострум, по бокам которого сидят стебельчатые фасеточные глаза. Антеннулы короткие, трёхветвистые. Антенны в виде длинных жгутов. Четвёртая и пятая пары грудных конечностей вооружены клешнями. Брюшные ножки (плеоподы) хорошо развиты и служат для плавания, а у самок и для вынашивания икры. Хвостовой плавник веерообразный.

Макропрепарат Панцирь кубинского рака после линьки

Сброшенный после линьки панцирь рака в точности сохраняет форму животного. Между головогрудью и брюшком виден разрыв кутикулы, через который рак выползает из старого панциря.

Макропрепарат Морской таракан

Один из крупных представителей равноногих ракообразных. Тело вытянутое, слабоизогнутое, плоское. Голова слита с первым грудным сегментом, образуя небольшую головогрудь. Остальные 7 сегментов груди свободны и хорошо различимы. Сегменты брюшка слиты. На головогруды располагается пара слабо развитых глаз, небольшие антенны и антеннулы. Ходильных ног четыре пары. Первая, вторая и третья пара грудных конечностей хватательного типа, заканчивается своеобразными коготками. Брюшные ножки выполняют функцию жабр.

Микропрепарат № 38 Циклоп

Голова рачка яйцевидной формы, слившаяся с первым грудным сегментом. Грудь ясно расчленена на 4 свободных сегмента. У самца брюшко 5-ти сегментное, у самки — 4-х, с двумя яйцевыми мешками. Последний брюшной сегмент заканчивается двуветвистой вилочкой со щетинками. На дорсальной части головогруды впереди заметен науплиальный глаз. Антеннулы крупные, одноветвистые, антенны короткие. Грудные сегменты несут по паре двуветвистых грудных плавательных конечностей.

Микропрепарат № 39 Дафния

Тело рачка заключено в полупрозрачную двустворчатую раковинку. Голова с клювовидным рострумом, у его основания лежит небольшой науплиальный глазок, а несколько выше — фасеточный глаз. Под рострумом видны рудиментарные антеннулы. Антенны большие, двуветвистые, покрыты перистыми щетинками. Внутри раковины располагается грудь с конечностями и маленькое брюшко, изогнутое под

углом. Ближе к дорсальной части заметен кишечник желтоватого или коричневого цвета.

Микропрепарат № 40 Аргулюс (карпоед)

Тело рачка плоское, сверху прикрыто карапаксом. На голове видна пара фасеточных глаз. Антенны и антеннулы в виде крючковидных придатков. Первая пара нижних челюстей в виде крупных присосок округлой формы. Грудные ножки двуветвистые, покрыты щетинками. Брюшко маленькое, лопастевидное.

Микропрепарат № 41 Эргазилус

Тело рачка грушевидной формы. Антеннулы небольшие, антенны сильно развиты, заканчиваются когтевидными члениками. Голова слита с первым грудным сегментом, остальные 5 пар сегментов груди несут плавательные ножки. Брюшко рудиментарное, узкое. У самки к первому сегменту брюшка прикреплена пара длинный яйцевых мешков.

Микропрепарат № 42 Лернея

Тело самки длинное, несегментированное, слегка расширяющееся к задней части. На голове располагаются ветвистые выросты, при помощи которых паразит удерживается на теле рыб. Грудные ножки рудиментированы. На конце брюшка закреплены длинные яйцевые мешки.

14.5 Дополнительные сведения

В Красную книгу Республики Беларусь занесено 5 видов ракообразных.

Веслоногие представлены одним видом — лимнокалянусом, по происхождению являющимся морским ледниковым реликтом. На территории республики проходит южная граница его ареала. Рачок встречается в 6-ти озерах Браславской группы. Обитает на глубинах 10-15 м при температуре воды не выше 10°C.

Из отряда разноногих ракообразных чрезвычайно редки 2 вида: бокоплав Палласа и понтопорей. Они также являются ледниковыми реликтами, сохранившимися в Браславских озёрах и озере Лукомльском. Оба вида служат излюбленным кормом для местных рыб, в связи с чем их сохранение приобретает особое значение.

Мизиды (одноимённый отряд) по внешнему виду напоминают небольших креветок и сохранились лишь в озере Южный Волосо. Ближайшие родственные виды мизид обитают в морях Северного Ледовитого океана. Реликтовая мизид представляет некогда существовавшую фауну четвертичного периода во время последнего оледенения. Мизиды обитают в придонном слое воды при низкой температуре. Размножение рачков происходит в ноябре, самцы после спаривания с самками погибают.

Всё более редким становится и представитель отряда десятиногих — широкопалый речной рак, находящийся под угрозой исчезновения. От своего близкого сородича — узкопалого рака, он отличается более короткими и широкими клешнями, отсутствием группы выростов (шипов) в краевых областях головогруды. Основными

ограничивающими факторами для широкопалого рака являются неконтролируемый промысел, загрязнение водоёмов, конкуренция со стороны узкопалого рака.

Для сохранения биологического разнообразия фауны ракообразных на территории республики необходимо проведение ряда мероприятий, касающихся снижения загрязнения водоёмов, лимитирования промысла, акклиматизации редких видов в другие водоёмы.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика типа членистоногих.
2. Систематика ракообразных.
3. Внешнее строение ракообразных на примере речного рака.
4. Строение покровов тела ракообразных, мышечной системы.
5. Строение пищеварительной системы речного рака.
6. Строение дыхательной и кровеносной систем речного рака.
7. Морфология нервной системы и органов чувств ракообразных.
8. Строение выделительной и половой систем речного рака.
9. Развитие ракообразных.
10. Систематический обзор класса ракообразных.
11. Значение ракообразных в природе и жизни человека.
12. Морфологические особенности копепод.
13. Размножение и развитие веслоногих ракообразных.
14. Строение ветвистоусых на примере дафнии.
15. Особенности размножения кладоцер.
16. Паразитические виды ракообразных (копеподы и карпеды).
17. Значение веслоногих, ветвистоусых и карпедов.
18. Редкие виды ракообразных Беларуси.

15. Паукообразные.

- 15.1. Общая характеристика и систематика.
- 15.2. Морфологический обзор.
- 15.3. Систематический обзор.
- 15.4. Описание макро- и микропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- макропрепараты паукообразных, микропрепараты хелицер и педипалпы паука, клещей;
- микроскопы;
- рисунки.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;

- изучение макро- и микропрепаратов паукообразных; рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

15.1. Общая характеристика

1. Тело паукообразных состоит из головогруды и брюшка. Головогрудь цельная, несёт шесть пар конечностей и покрыта сплошным щитом. У некоторых видов она разделена на сегменты. В пределах класса брюшко может иметь различное количество сегментов.

2. Антеннулы и антенны у паукообразных исчезли и их место заняла первая пара окологротовых конечностей — клешневидные хелицеры, участвующие в захвате и пережёвывании пищи. Вторая пара конечностей — педипальпы, основные членики которых снабжены жевательными отростками (эндитами). Остальные четыре пары конечностей выполняют функцию ходильных ног.

3. Покровы паукообразных образованы хитинизированной кутикулой с лежащим под ней слоем гиподермального эпителия. В области сочленений конечностей кутикула тонкая и эластичная.

4. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки. Выросты средней кишки образуют массивную печень. У пауков в основании хелицер находится ядовитая железа, содержимое которой вводится при укусе в тело жертвы и способствует её перевариванию вне тела паука.

5. Органами дыхания являются лёгкие и трахеи.

6. Кровеносная система представлена сердцем с отходящими от него сосудами. У клещей сердце в виде маленького мешочка, либо отсутствует.

7. Выделительными органами служат коксальные железы и мальпигиевы сосуды. Первые представляют остатки метанефридий кольчатых червей. Мальпигиевы сосуды представляют собой 1-2 пары слепозамкнутых ветвящихся трубочек, открывающиеся в заднюю кишку.

8. Нервная система имеет различное строение у представителей класса, что связано со степенью дифференцировки тела на сегменты. Глаза простые, от одной до пяти пар; на теле находятся осязательные волоски — трихоботрии. В кутикуле имеются микрощели, затянутые тонкой мембраной, т.н. лировидные органы, выполняющие обонятельную функцию. В стенках глотки у пауков расположены чувствительные вкусовые клетки.

9. Паукообразные раздельнополы. Яичники и семенники находятся у самок и самцов в брюшке. Оплодотворение внутреннее, свободное сперматофорное или путём копуляции.

10. Развитие прямое (пауки, скорпионы, сольпуги) или с метаморфозом (клещи).

11. Среди паукообразных встречаются как свободноживущие, так и паразитические виды.

Систематика

Тип Членистоногие (Arthropoda)

Подтип Хелицеровые (Chelicerata)
Класс Паукообразные (Arachnida)
Отряд Скорпионы (Scorpiones)
Вид: пёстрый скорпион (Buthus eupeus)
Отряд Пауки (Aranei)
Виды: паук-крестовик (Araneus diadematus)
тарантул (Lycosa sp.)
каракурт (Latrodectus sp.)
Отряд Акариформные клещи (Acariformes)
Виды: чесоточный зудень (Sarcoptes scabiei)
накожник кроличий (Psoroptes cuniculi)
демодекс собачий (Demodex canis)
Отряд Паразитиформные клещи (Parasitiformes)
Вид: пастбищный клещ (Ixodes ricinus)

15.2. Морфологический обзор

Тело паукообразных состоит из головогруди и брюшка. Головогрудь включает акрон и 7 сегментов. У сольпуг имеется передний отдел тела — пропельтидий (акрон + 4 сегмента), 2 свободных грудных сегмента и членистое брюшко. У скорпионов головогрудь слитная, брюшко длинное, 12-ти сегментное, делящееся на широкое переднебрюшие (7 сегментов) и узкое заднебрюшие (5 сегментов). Последнее заканчивается тельсоном, несущим искривлённую ядовитую иглу. У пауков и клещей головогрудь и брюшко представлены сплошными нерасчленёнными отделами, однако у пауков между ними имеется короткий и узкий стебелёк, являющийся 7 сегментом тела. У клещей всё тело цельное без границ между сегментами и перетяжек.

Головогрудь арахнид несёт 6 пар конечностей. Две передние пары участвуют в захвате и измельчении пищи — *хелицеры* и *педипальпы*. Хелицеры состоят из 3-х члеников, педипальпы — из нескольких. При помощи жевательных выростов на основном членике педипальп происходит измельчение и разминание пищи, тогда как прочие членики выполняют функцию щупалец. У скорпионов педипальпы превращены в мощные длинные клешни, у остальных паукообразных похожи на ходильные ноги. Остальные 4 пары головогрудных конечностей состоят из 6-7 члеников и играют роль ходильных ног, заканчивающихся коготками. У взрослых арахнид брюшко лишено конечностей, но у эмбрионов на брюшке закладываются зачатки ножек, сохраняющиеся во взрослом состоянии в несколько изменённом виде (у скорпионов на первом брюшном сегменте в виде парных *половых крышечек*, прикрывающих половые отверстия; на втором сегменте брюшка — в виде парных *гребенчатых органов*, выполняющих осязательную роль и снабжённых многочисленными нервными окончаниями. Такова же природа и легочных мешков, паутинных бородавок пауков).

Покровы арахнид состоят из *кутикулы*, *гиподермы* и *базальной мембраны*. Кутикула имеет сложное строение: снаружи располагается липопротеиновый слой, в состав которого входят белки, задубленные фенолами и инкрустирующие хитин, что

придаёт покровам особую прочность. Производными *гиподермального эпителия* являются некоторые железистые образования, в т.ч. *ядовитые* и *паутинные железы*.

Пищеварительная система паукообразных представлена передним, средним и задним отделами кишечника. Передняя кишка состоит из *рта*, мускулистой *глотки*, пары *слюнных желез*. К стенкам глотки прикрепляются пучки мышечных волокон, при сокращении которых полость глотки увеличивается и жидкая пища всасывается через рот. Такой способ питания свойствен паукам и клещам. Скорпионы вначале разгрызают покровы жертвы, а затем высасывают её содержимое. Средняя кишка имеет *слепые выросты*, заходящие иногда в основания ног, что увеличивает её всасывательную поверхность. Брюшная часть средней кишки отдаёт парный железистый вырост, называемый *печенью*. В ней происходит внутриклеточное пищеварение путём фагоцитоза пищевых частиц, а также выработка пищеварительных ферментов. Задняя кишка, особенно у пауков, имеет выпячивание — *ректальный пузырь*. Большинство паукообразных является хищниками, сначала парализующими свою жертву секретом ядовитых желез, затем вводящими в её тело протеолитические ферменты слюны и высасывающими полупереваренную пищу. Такое пищеварение получило название *внекишечного*. Среди клещей встречаются виды, паразитирующие на растениях, животных и коже человека.

Органами дыхания у пауков служит одна или две пары листовидноскладчатых *лёгких* и трубчатые *трахеи*. Лёгкие расположены в основании брюшка по сторонам от полового отверстия. Воздух проникает в лёгкие через щелевидные отверстия — *стигмы*. Стенки лёгких образуют листочкообразные выпячивания, или *карманы*, внутри которых циркулирует гемолимфа. Обмен газами происходит через тонкие покровы легочных карманов путём диффузии. Трахейная система состоит из двух неветвящихся трубок, которые направлены вперёд от общего кармана, открывающегося малозаметной щелью перед паутинными бородавками. Пара трахей имеется только у двулегочных пауков, у четырёхлегочных она отсутствует. У скорпионов на брюшной поверхности 3-6 сегментов переднебрюшия расположены 4 пары узких щелей — *дыхалец*, ведущими в легкие. У клещей на 1-2 сегментах брюшка имеются парные дыхательные отверстия, продолжающиеся в виде неветвящихся трахей.

Развитие кровеносной системы арахнид связано с характером дыхания, степенью расчленённости и величиной тела. Сердце хорошо развито у крупных расчленённых форм с локализованным легочным дыханием. У скорпионов сердце трубчатое, с семью парами *остий*, *передней* и *задней аортами* и метамерными *артериями*; у пауков имеются 3-4 пары остий; у клещей сердце мешковидной формы, небольшое, с парой остий, либо отсутствует. Из сердца кровь по аортам и артериям изливается в систему лакун, омывая внутренние органы. У форм, имеющих лёгкие, она проходит через *легочные синусы* и обогатившись кислородом, возвращается в *перикардий*, а из него через остии поступает в сердце. При трахейном типе дыхания кровь собирается к сердцу из полости тела. Кровь паукообразных бесцветна и содержит клетки нескольких типов. У всех арахнид кровеносная система незамкнутая.

Нервная система паукообразных состоит из *головного мозга*, *окологлоточного нервного кольца* и *брюшной нервной цепочки*. Головной мозг имеет передний отдел — *протоцеребрум* и задний отдел — *тритоцеребрум*. Протоцеребрум иннервирует глаза, а тритоцеребрум — хелицеры. Средний отдел (дейтоцеребрум) отсутствует в

связи с утратой усиков. У скорпионов нервная система состоит головного мозга, окологлоточного нервного кольца и *ганглиозной массы* в головогрудь, с отходящими от неё нервами ко 2-6 парам конечностей, а также из 7-ми ганглиев брюшной нервной цепочки. У пауков она слилась в *головогрудной ганглий*. У клещей нервная система образует вокруг пищевода сплошное нервное кольцо. Органы чувств представлены осязательными волосками (*трихоботриями*), обонятельными сенсиллами (хеморецепторы), органами, воспринимающими колебания (сейсморецепторы), влажность воздуха (гигро-рецепторы) и др. Глаза простые, расположены на дорсальной поверхности головогрудь спереди в числе 2-х, 6-ти, 8-ми, 12-ти. У скорпионов имеется пара срединных более крупных глаз и 2-5 пар маленьких боковых. У пауков чаще 8 глаз, расположенных в виде парной дуги, причём средняя пара глаз верхней дуги крупнее остальных.

Выделительная система паукообразных представлена парой *мальпигиевых сосудов*, которые имеют вид ветвящихся слепозамкнутых трубочек. Они открываются в кишечник на границе между средней и задней кишкой. Продукт выделения арахнид — азотсодержащее вещество *гуанин*. Он выделяется в кристаллическом виде, поэтому потери воды в организме у паукообразных сведены до минимума. В одном или двух сегментах головогрудь располагаются *коккальные железы* — парные мешковидные образования мезодермальной природы. Они хорошо развиты у зародышей, а у взрослых животных в той или иной степени атрофируются. Коккальные железы состоят из концевой эпителиальной мешочка, петлевидно извитого канала и прямого выводного протока с мочевым пузырьком, открывающимся отверстием наружу.

Паукообразные раздельнополы. У наиболее древних представителей класса половые железы парные, как, например, у скорпионов. У пауков и клещей они непарные. От гонад отходят парные половые протоки, сливающиеся дистальными частями (у пауков и клещей) и открываются наружу половым отверстием. У скорпионов слияния половых протоков не происходит, поэтому половые отверстия у них парные. Последние у всех арахнид открываются на вентральной стороне первого брюшного сегмента.

Оплодотворение у паукообразных внутреннее путём прикрепления самцом сперматофоров к половым отверстиям самки, либо посредством копуляции. Самцы ложноскорпионов откладывают сперматофоры прямо на поверхность почвы, а самки находят их с помощью хеморецепторов и захватывают половыми отверстиями. Самцы многих пауков переносят сперматофор в половые пути самки с помощью хелицер. У некоторых форм имеются копулятивные органы, или их роль выполняют видоизменённые концевые членики педипальп.

Яйца арахнид богаты желтком, который развивающиеся зародыши используют в качестве питательного материала. Скорпионы, лжескорпионы и некоторые клещи являются живородящими. У зародышей сегментация тела выражена заметно лучше, чем у взрослых животных. Зародыши имеют 12-ти сегментное брюшко, на 4 и 5 сегментах которого сохраняются зачатки ножек. В дальнейшем (за исключением скорпионов) все сегменты брюшка сливаются. У скорпионов конечности закладываются на 1-6 сегментах переднебрюшия, Первая их пара даёт половые крышечки, а вторая — гребенчатые органы. Остальные брюшные ножки по мере развития атрофируются. Всё это указывает на то, что паукообразные произошли от животных с

богатой сегментацией и многочисленными конечностями. Развитие у большинства арахнид происходит по схеме: яйцо — личинка — взрослое животное. У клещей в развитии имеет место сложный метаморфоз: яйцо — личинка — протонимфа — телеонимфа — взрослое животное (имаго).

15.3. Систематический обзор

Отряд Скорпионы (Scorpiones)

Длина тела большинства скорпионов составляет 3-5 см, однако некоторые тропические виды могут достигать до 15 см. Обитают преимущественно в тропическом и субтропическом поясе. Педипальпы вооружены клешнями, брюшко сегментировано. Заднебрюшие узкое, заканчивается тельсоном с изогнутой иглой. Ядовитые железы находятся внутри тельсона, а их протоки открываются на кончике иглы. Охотясь, скорпион хватает добычу клешнями и перегнув брюшко через спину, вонзает иглу в тело жертвы. Питаются скорпионы насекомыми, выходя ночью из своих укрытий. Некоторые виды крупных тропических скорпионов ядовиты. После рождения детёнышей самка носит их некоторое время на себе. В странах Средней Азии встречается 15 видов скорпионов, а всего их известно около 600.

Отряд Сольпуги (Solifugae)

Паукообразные с сильно расчленённым телом: пропельтидием (акрон + 4 грудных сегмента), двумя свободными грудными сегментами и 10-ти члениковым брюшком. Хелицеры клешневидные, педипальпы напоминают ходильные ноги. Известно около 600 видов, встречающихся в тропических регионах. В Средней Азии найдено 50 видов. Как и скорпионы, являются ночными хищниками. В Крыму и на Кавказе обитает фаланга (*Galeodes araneoides*), достигающая 5 см в длину.

Отряд Сенокосцы (Opiliones)

По внешнему виду эти животные напоминают пауков, но отличаются расчленением тела и наличием длинных тонких ног. Брюшко состоит из 9-10 сегментов и соединено с головогрудью широким основанием. Хелицеры клешневидные. Известно около 3 200 видов. Наибольшее распространение имеет обыкновенный сенокосец (*Phalangium opilio*).

Отряд Пауки (Aranei)

Включает более 20 000 видов. Отличаются цельным несегментированным брюшком, соединённым с головогрудью тонким стебельком. Хелицеры заканчиваются подвижным когтевидным члеником. Педипальпы щупальцевидны, напоминают ходильные ноги, последний членик педипальп у самцов имеет резервуар для переноса спермы в половые пути самки. Лёгких одна или две пары, у двулегочных пауков, кроме того, имеются трахеи. Конечности двух последних сегментов брюшка видоизменены в паутинные бородавки. В вентральной части внутри брюшка лежат многочисленные, до тысячи, паутинные железы, которые выделяют клейкое вещество, затвердевающее на воздухе. Совокупность сотен выделяемых тончайших ниточек паутины склеиваются в одну шелковистую нить. Пауки могут продуцировать несколько

сортов паутины для различных целей (клейкая — для спутывания добычи, сухая — для постройки тенет и т.д.). По образу жизни пауки делятся на бродячих и сидячих, или тенетных. Некоторые перешли к жизни в воде, как, например, паук-серебрянка (*Argyroneta aquatica*). Половой диморфизм у пауков довольно чёткий: самцы меньше самок. Мелкие и слабые самцы нередко поедаются самкой после спаривания, если не успевают спастись бегством. Некоторые пауки ядовиты. В южных районах европейской части обитает тарантул (*Lycosa singoriensis*), а в Средней Азии — каракурт (*Latrodectes tredecimguttatus*). Укус тарантула болезнен, а каракурта иногда смертелен для человека. Для лечения после укуса каракурта используют антикаракуртную сыворотку.

Отряд Паразитиформные клещи (Parasitiformes)

Известно около 10 000 видов паразитиформных клещей. Это мелкие наземные, реже водные паукообразные. Подавляющее большинство среди них — паразиты животных и растений. Тело клещей овальной или яйцевидной формы, все сегменты головы, груди и брюшка слиты вместе в единое целое. Хелицеры и педипальпы срослись и образовали хоботок. Ходильных ножек 4 пары. Хитинизированная кутикула образует на спинной стороне щиток, покрывающий у самки только 1/3 длины тела. Остальная часть покрыта тонким растяжимым хитином. Хоботок состоит из воротничка — хитиновой пластинки в виде кольца, отходящего от него длинного выроста — гипостома, который усажен направленными назад шипиками. По бокам гипостома находятся два щупика: пальпы. Хелицеры острые и зазубренные, помещаются в специальных вместилищах, т.н. футлярах. Гипостом и футляры хелицер образуют трубку, по которой кровь поступает в рот.

Иксодовые (сем. Ixodidae) и аргазовые (сем. Argasidae) клещи переносят возбудителей сыпного тифа, клещевого энцефалита, туляремии, пироплазмидозов животных и человека. Как временные паразиты нападают на домашних животных и человека и питаются кровью.

Отряд Акариформные клещи (Acariformes)

Насчитывает более 15 000 видов. Отряд делится на два подотряда: саркоптиформные клещи (Sarcoptiformes) и тромбидиформные клещи (Trombidi-formes). К первому относятся панцирные, перьевые, волосяные, чесоточные и др. клещи. Второй подотряд включает паутиных, водяных клещей и краснотелок. Акариформные клещи очень малы, до 0,2-0,3 мм длины. Покровы тела у них тонкие, головогрудь и брюшко сегментированы. Имеют один срединный и две пары боковых глаз. Хелицеры и педипальпы свободные, не слившиеся между собой.

Панцирные клещи семейства Oribatidae являются промежуточными хозяевами мониезий. В теле клеща развивается личинка этих гельминтов — цистицеркоид.

В коже человека паразитирует чесоточный зудень (*Sarcoptes scabiei*), в сальных железах — угревая железница (*Demodex folliculorum*), у собак — *Demodex canis*, у крупного рогатого скота — *Demodex bovis*. На поверхности кожи у кроликов паразитируют клещи накожники (*Psoroptes cuniculi*).

15.4. Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат Скорпион

Тело скорпиона желтоватого цвета, сплющено в спинно-брюшном направлении. Головогрудь небольшая, цельная. В её передней части располагается пара медиальных нефасетированных глаз, а по бокам — группа маленьких боковых. Головогрудь несёт шесть пар конечностей. С вентральной части головы заметны щипчиковидные хелицеры (1-я пара конечностей). Вторая пара — педипальпы — вооружена клешнями и служит для ловли добычи. Далее располагаются четыре пары ходильных ног, заканчивающиеся коготками. Переднебрюшие широкое, состоит из семи сегментов. Заднебрюшие узкое, состоит из пяти сегментов, заканчивается тельсоном с ядовитой иглой. С брюшной стороны на первом сегменте переднебрюшия располагается пара половых крышечек, прикрывающих половые отверстия. Видоизменённые конечности второго сегмента переднебрюшия представлены парой гребневидных придатков. Они снабжены многочисленными нервными окончаниями и играют роль органов осязания. На четырёх следующих сегментах переднебрюшия открывается по паре дыхательных отверстий, или стигм.

Макропрепарат Паук крестовик

Тело паука состоит из слитной головогруды и брюшка. В передней части головогруды располагается 4 пары нефасетированных глаз. Головогрудь, как и у скорпиона, несёт 6 пар конечностей. Вблизи рта находятся небольшие хелицеры, а чуть позади них — щупиковидные педипальпы. Четыре пары ходильных ног семичлениковые, заканчиваются коготками. На вентральной поверхности задней части брюшка лежат 3 пары паутинных бородавок. Своё название паук получил за специфическую окраску верхней части брюшка, напоминающую по форме крест.

Макропрепарат Паук тарантул

Паук больших размеров, кирпично-красного цвета. Тело паука обильно покрыто волосками. Хелицеры крупные, снабжены подвижными коготками, на вершине которых открываются протоки ядовитых желез. Педипальпы щупиковидные, по строению напоминают ходильные ноги.

Макропрепарат Паук каракурт

Небольшой паук тёмно-коричневого или чёрного цвета. Брюшко округлой формы. Самцы мелкие, поэтому на препаратах представлены только самки. Укус каракурта смертелен для верблюдов, крупного рогатого скота и человека.

Макропрепарат Иксодовые клещи

Тело клеща овальной или яйцевидной формы. Голова, грудь и брюшко слиты между собой в единое целое без признаков сегментации. Спереди заметен небольшой хоботок, представляющий собой видоизменённые хелицеры и педипальпы и образующие колюще-сосущий ротовой аппарат. Грудь несёт 4 пары членистых ходильных ножек. У самок на спине хитинизированный щиток занимает всего 1/3 дли-

ны тела, а остальная часть покрыта тонким растяжимым хитином, что позволяет самкам увеличиваться в размерах при питании кровью животных и человека.

Микропрепарат № 43 Хелицеры и педипальпы паука

Хелицеры двучленистые. Основной членик толстый, цилиндрической формы. Второй членик коготковидный, складывается в бороздку на основном. Педипальпы длинее хелицер, состоят из 6-ти члеников. У их основания видны округлой формы жевательные пластинки, выполняющие роль челюстей.

Микропрепарат № 44 Кроличий накожник (псороптес)

Тело клеща овальное, длиной до 0,8 мм. Хоботок длинный. У самок на первой, второй и четвёртой парах ног, а у самцов на первой и второй находятся присоски. Третья пара ног имеет по две щетинки.

Микропрепарат № 45 Чесоточный зудень

Тело клеща шаровидное, длиной до 0,5 мм. Хоботок конусообразный. Ноги короткие и толстые с колокольчатыми присосками у самок на первой и второй парах, у самцов — на первой, второй и четвёртой.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика и систематика паукообразных.
2. Внешняя морфология и строение покровов тела паукообразных.
3. Внутреннее строение арахнид на примере паука крестовика.
4. Ядовитые паукообразные.
5. Особенности морфологии клещей.
6. Орибатидные клещи как промежуточные хозяева ленточных червей.
7. Клещи как паразиты животных и человека.
8. Развитие и жизненный цикл клещей.
9. Значение паукообразных в природе и жизни человека.

16. Многоножки.

- 16.1. Общая характеристика и систематика.
- 16.2. Морфологический обзор.
- 16.3. Описание макропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- сухие и влажные макропрепараты многоножек;

- рисунки;
- микроскопы

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение макро- и микропрепаратов многоножек; рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

16.1. Общая характеристика

Надкласс Многоножки включает около 10 000 видов животных, ведущих наземный образ жизни. Это трахейнодышащие членистоногие с хорошо сегментированным телом. Голова слитная, каждый сегмент туловища несёт по паре членистых конечностей.

Систематика

Тип Членистоногие (Arthropoda)

Подтип Трахейнодышащие (Tracheata)

Надкласс Многоножки (Myriapoda)

Виды: сколопендра (Scolopendra sp.)

кивсьяк (Schizophyllum sp.)

16.2. Морфологический обзор

Тело многоножек состоит из сегментов, число которых составляет от 14 до 181. Голова ясно обособлена от туловища, образована слиянием акрона с 3-4 первыми сегментами тела. На голове располагается пара *усиков* и ротовые конечности: *верхние* и *нижние челюсти*. Туловищные сегменты несут одну или две пары *ходильных ножек*, состоящих из одного ряда члеников и заканчивающихся коготком. У некоторых многоножек конечности первого туловищного сегмента превратились в *ногочелюсти*, служащие для захвата и умертвления добычи. В основании ногочелюстей залегает *ядовитая железа*, протоки которой открываются на концах коготков ногочелюстей.

Внешние покровы тела представлены хитиновой, иногда пропитанной известью *кутикулой*, выделяемой *гиподермальным эпителием*. У отдельных многоножек в нём залегают ядовитые железы, выделяющие на поверхность покровов яд. Так, у тропической фонтарии в железах содержится свободная синильная кислота.

Пищеварительная система имеет вид трубки. За ротовыми конечностями располагается рот, ведущий в *пищевод*. В ротовую полость открываются протоки 3-5 пар *слюнных желез*. Средняя кишка трубчатая, в ней пища переваривается и всасывается. Задняя кишка короткая, заканчивается анальным отверстием.

Органы дыхания многоножек представлены *трахеями* — тонкими воздухоносными трубочками эктодермального происхождения, возникшие как впячивания внутрь наружных покровов тела. Трахеи начинаются на брюшной стороне туловищ-

ных сегментов особыми отверстиями — *дыхальцами*, или *стигмами*. В каждом сегменте имеется одна либо две пары дыхалец. У одних многоножек трахеи не сообщаются между собой, у других формируют разветвлённую трахейную сеть, соединённую продольными и поперечными перемычками. Концевые веточки трахей оплетают все внутренние органы. Движение воздуха по трахеям происходит в результате работы мускулатуры при движении многоножки.

Кровеносная система состоит из *сердца* и *периферических кровеносных сосудов*. Сердце имеет вид трубки, тянущейся над кишкой вдоль всего тела и заканчивается слепо. Оно поделено на камеры соответственно количеству сегментов туловища. Каждая камера снабжена двумя (четырьмя) отверстиями — *остиями*. К голове от сердца отходит *головная аорта*, снабжающая кровью мозг. От головной аорты отходят сосуды, огибающие кишку и образующие *артериальное кольцо*, соединяющееся с *брюшной аортой*. В каждом сегменте от сердца отходят две *боковые артерии*, ветвящиеся и обрывающиеся в полость тела. Оттуда гемолимфа поступает в *перикардий (околосердечную сумку)*, а из него через остии в сердце. Таким образом, кровеносная система многоножек незамкнутая. Гемолимфа движется от задней части тела к передней по сердцу, а в обратном направлении — по брюшной аорте.

Нервная система состоит из *головного мозга*, *окологлоточных нервных колец* и *брюшной нервной цепочки*. Последняя состоит из *подглоточного нервного узла* и ряда *туловищных ганглиев*, сидящих на парном продольном нервном стволе. В каждом сегменте располагается по 1-2 парным ганглиям.

Органами осязания и обоняния у многоножек являются *антенны*, снабжённые чувствительными волосками. *Глаза* (2,4 и более) сидят по бокам головы, нефасетированные. Между основаниями антенн и глазами располагаются *темешваровы органы* (хеморецепторы), имеющие вид ямок, на дне которых находятся скопления чувствительных клеток.

Выделительная система представлена длинными слепоначинающимися трубками — *мальпигиевыми сосудами*, которые впадают в пищеварительную систему на границе средней и задней кишки. В просвете мальпигиевых сосудов накапливается мочевиная кислота — продукт выделения. Вдоль мальпигиевых сосудов, брюшной аорты и нервной цепочки располагаются образования неправильной формы — т.н. *лимфатические железы*. Они фагоцитируют находящиеся в полости тела твёрдые частички, образующиеся в результате метаболизма. В полости тела многоножек присутствуют скопления липидосодержащих клеток, покрытые собственной оболочкой. Совокупность таких клеточных скоплений, где происходит накопление липидов и мочевой кислоты называют *жировым телом*.

В половом отношении многоножки раздельнополы. Половые железы непарные. У самцов *семенник* состоит из 11-12 пар маленьких долек, соединённых общим половым протоком. *Семяпровод* у последнего туловищного сегмента раздваивается и открывается наружу *половыми отверстиями*. У некоторых мириапод имеются две пары *придаточных половых желез*. У самок *яичник* соединяется с *яйцеводом*, который также раздваивается.

Из оплодотворённого яйца развивается личинка, внешне непохожая на взрослых животных, и только после пяти линек она приобретает характерные черты строения.

16.3. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Сколопендра

Многоножка бурого цвета, в длину достигает до 20-25 см. Её тело состоит из крупной головы и сегментированного туловища. На голове заметны антенны, а по бокам — группы глазков. Первый туловищный сегмент несёт пару мощных ногочелюстей. Конечности остальных сегментов туловища снабжены ходильными ножками с коготками. Последняя пара ног длинее остальных. Тело сколопендры заканчивается анальным сегментом без конечностей.

Макропрепарат Кивсяк

Тело многоножки зеленовато-бурого цвета, сильно вытянуто в длину. Голова небольшая, по бокам её расположены простые глазки и короткие антенны. За головой идет щиток — лишённый конечностей первый туловищный сегмент. Следующие за щитком три сегмента несут по одной паре ходильных ножек, а остальные сегменты — по двум парам. Последний туловищный сегмент лишён конечностей.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика и систематика многоножек.
2. Особенности внешнего строения многоножек.
3. Внутреннее строение многоножек.
4. Значение многоножек в природе и жизни человека.

17. Насекомые

- 17.1. Общая характеристика и систематика.
- 17.2. Морфологический обзор.
- 17.3. Систематический обзор.

17.4. Описание макро- и микропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- влажные и сухие препараты насекомых, коллекционные наборы насекомых;
- микропрепараты ротовых органов таракана, пчелы, бабочки, гладыша, ноги таракана; макропрепараты личинок и куколок насекомых;
- микроскопы;
- рисунки.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение макро- и микропрепаратов насекомых; рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

17.1. Общая характеристика

1. Тело насекомых расчленено на три отдела: голову, грудь и брюшко.
2. Органами дыхания являются трахеи.
3. Наличие крыльев у большинства насекомых определяет их способность к полёту. Иногда отмечается вторичная редукция крыльев.
4. Развитие насекомых происходит либо с полным, либо с неполным превращением.
5. Насекомые представляют наиболее разнообразнейшую группу животного мира (известно более 1 500 000 видов).

Систематика

Тип Членистоногие (Arthropoda)

Подтип Трахейнодышащие (Tracheata)

Надкласс Насекомые, или Шестиногие (Insecta, seu Hexapoda)

Класс Скрытночелюстные (Entognatha), или Первичнобескрылые (Apterygota)

Класс Открыточелюстные (Ectognatha), или Крылатые (Pterygota)

Отряд Прямокрылые (Orthoptera)

Вид: саранча перелётная (Locusta migratoria)

Отряд Тараканы (Blattoptera)

Вид: таракан рыжий (Blatella germanica)

Отряд Стрекозы (Odonoptera)

Вид: стрекоза коромысло (Aeschna grandis)

Отряд Равнокрылые (Homoptera)

Вид: тля кровяная (Eriosoma lanigerum)

Отряд Полужесткокрылые, или Клопы (Hemiptera)

Вид: клоп постельный (Cimex lectularius)

Отряд Вши (Siphunculata)

Вид: вошь свиная (Haematopinus suis)

Отряд Чешуекрылые, или Бабочки (*Lepidoptera*)

Вид: белянка капустная (*Pieris brassica*)

Отряд Жесткокрылые, или Жуки (*Coleoptera*)

Вид: жук майский (*Melolontha melolontha*)

Отряд Блохи (*Siphonoptera*)

Вид: блоха человеческая (*Pulex irritans*)

Отряд Перепончатокрылые (*Hymenoptera*)

Вид: пчела медоносная (*Apis mellifera*)

Отряд Двукрылые (*Diptera*)

Виды: комар малярийный (*Anopheles maculipennis*)

овод бычий (*Hypoderma bovis*)

овод желудочный (*Gastrophilus intestinalis*)

муха комнатная (*Musca domestica*)

17.2. Морфологический обзор

Тело насекомого имеет три отдела: голову, грудь и брюшко.

Голова состоит из акрона и четырёх сегментов, одета хитиновой капсулой и резко отделена шейкой от груди. На нижней части головы располагается рот, по бокам — два сложных фасеточных глаза и несколько простых глазков. Придатками головы являются *антенны* (усики, сяжки), состоящие из одного ряда члеников. Антенны могут быть нитевидными, пильчатыми, гребенчатыми, щетинковидными, перистыми и т.д. По своей функции антенны являются органами осязания и обоняния. Вблизи рта головные конечности формируют *ротовой аппарат*, служащий для захвата, удержания и измельчения пищи.

У таракана ротовой аппарат *грызущего типа*. Он состоит из *верхней губы*, *верхних челюстей* (*мандибул*), *нижних челюстей* (*максилл*) и *нижней губы*.

Грудь насекомых состоит из трёх сегментов, называемых *передне-*, *средне-*, и *заднегрудью*. Каждый сегмент груди несёт по одной паре конечностей. Конечности насекомых членистые, состоят из следующих сегментов: *тазик*, *вертлуг*, *бедро*, *голень* и *лапка*. Согласно выполняемым функциям, различают следующие типы конечностей насекомых: бегательные (таракан), прыгательные (кузнечик), хватательные (богомол), плавательные (жук-плавунец), роющие (медведка), собирательные (пчела) и др. На средне- и заднегрудь у большинства насекомых находятся одно или две пары *крыльев*. Это мощные складки стенки тела в виде тонкой цельной пластинки. Крыло по своей структуре двухслойно: верхний и нижний слои разделены щелью, являющейся продолжением полости тела. В крылья заходят нервы и трахеи, образующие жилки в виде своеобразного рисунка, который специфичен для каждого вида насекомых. У жуков передние крылья видоизменены в толстые и твердые *надкрылья*, или *элитры*, служащие для защиты нежных крыльев и спинной стороны тела. У представителей отряда двукрылых хорошо развита только передняя пара крыльев, а задняя рудиментирована и носит название *жужжалец*.

Брюшко насекомых лишено конечностей. Максимальное количество сегментов брюшка — 11, минимальное — 4-5. У тараканов в окончании брюшка конечности сохраняются в виде небольших выростов, т.н. *церок*.

Снаружи тело насекомых покрыто *кутикулой*, состоящей из наружного липопротеидного слоя (*эпикутикулы*), среднего липопротеидно-фенолового слоя (*экзокутикулы*) и внутреннего хитинового слоя (*эндокутикулы*). Под кутикулой располагается *гиподерма*, в состав которой входят волоски, щетинки и чешуйки, выполняющие чувствительную, покровную и защитную функции.

Мышечная система представлена поперечнополосатыми волокнами. Количество отдельных мышечных пучков достигает до 1,5-2 тысяч. Сократительная способность мышечных волокон очень высока — до тысячи раз в секунду.

Пищеварительная система состоит из *рта*, *ротовой полости* с впадающими в неё протоками *слюнных желез*, *глотки*, *пищевода*, *зоба* (расширенный нижний конец пищевода), *жевательного желудка*, *средней кишки*, *длинной задней кишки* и короткой *прямой кишки*. Как таковая, печень у насекомых отсутствует, а ее функции выполняют пилорические отростки средней кишки. В зобе происходит механическое накопление пищи, в жевательном желудке — её перетирание, в кишечнике — ферментативная обработка и всасывание.

Дыхательная система насекомых начинается с расположенных на боковых поверхностях груди и брюшка отверстий — *дыхалец*, или *стигм*. Они снабжены замыкательными приспособлениями и ведут в короткие поперечные каналы, которые соединены между собой парой продольных главных каналов — *трахей*. От трахей берут начало более мелкие и тонкие, ветвящиеся и опутывающие собой все внутренние органы. Каждая трахея заканчивается клеткой — *трахеолой*, последняя может проникать даже сквозь стенки органов. Трахеи могут образовывать расширения, т.н. *воздушные мешки*, особенно хорошо развитые у водных насекомых. У малоподвижных насекомых поступление кислорода и удаление углекислого газа происходит путём диффузии через постоянно открытые стигмы. У более организованных насекомых появляются дыхательные движения, представляющие собой чередование растяжения и сжатия брюшка, что приводит к вентилированию воздушных мешков и трахейных стволов. У многих живущих в воде личинок насекомых трахейная система замкнута, т.е. стигмы отсутствуют. Вместо них развились особые выросты тела — *трахейные жабры*, в которые и диффундирует кислород.

Кровеносная система насекомых устроена достаточно просто, незамкнутая. В брюшке над кишечником залегает длинное трубковидное *сердце*, разделённое, в большинстве случаев, на 8 камер. Каждая камера снабжена парой *остий*. От сердца к передней части тела идёт *головная аорта*, которая достигнув мозга обрывается и *гемолимфа* поступает прямо в полость тела. Насыщенная кислородом гемолимфа по кровеносным синусам течёт к *перикарду*, а оттуда через остии — в сердечные камеры. У насекомых гемолимфа содержит кровяные клетки и фагоциты. У личинок некоторых комаров в гемолимфе содержится пигмент *гемоглобин*, придающий ей красный цвет.

Нервная система насекомых состоит из *головного мозга* (*надглоточного ганглия*), *подглоточного ганглия* и *брюшной нервной цепочки*. От подглоточного ганглия отходят нервные окончания, иннервирующие ротовые конечности. Брюшная нервная цепочка состоит из грудных и брюшных ганглиев. Нервная система способна вызывать выработку особых веществ — *нейросекретов*, участвующих в регуляции обмена веществ.

Насекомые хорошо воспринимают вибрацию воздуха, улавливая её специфическими скоплениями рецепторных клеток, формирующих т.н. *хордотональные органы*. Звуковые колебания воспринимаются также специфическими *тимпанальными рецепторами*. Обонятельные волоски (сенсиллы) располагаются у насекомых на сязках, а вкусовые — в ротовой полости. Органами зрения являются фасеточные *глаза*, находящиеся по бокам головы.

Выделительная система насекомых представлена *мальпигиевыми сосудами*. Это тонкие, слепоначинающиеся трубчатые органы, располагающиеся в виде пучка на границе средней и задней кишки. Стенка мальпигиевых сосудов состоит из плоского однослойного эпителия. Омывающая сосуды гемолимфа отдаёт мочевую кислоту, которая проникает сквозь стенку мальпигиева сосуда и выводится в прямую кишку, где происходит всасывание воды и кристаллизация мочевой кислоты. Эта особенность выделительной системы позволяет насекомым экономно расходовать воду и выживать в самых неблагоприятных условиях. Кроме мальпигиевых сосудов выделительную функцию выполняет *жировое тело* — скопление липидосодержащих клеток в целоме. Оно также адсорбирует в своих клетках мочевую кислоту, хотя его главная функция заключается в накоплении запасных питательных веществ, которые расходуются в период анабиоза или неблагоприятных условий внешней среды.

У светлячков отдельные участки жирового тела видоизменены в органы свечения. Последнее зависит от наличия в клетках особого вещества люциферина. При наличии кислорода и под действием фермента люциферазы происходит окисление люциферина, а химическая реакция сопровождается испусканием света. Свечение происходит не спонтанно, а регулируется нервной системой.

Большинство насекомых раздельнополы с хорошо выраженным половым диморфизмом. У самок половой аппарат состоит из *яичников, яйцеводов, влагалища, семяприёмника, совокупительной сумки и яйцеклада*. У самцов имеются *семенники, семяпроводы, семяизвергательный канал, совокупительный орган и придаточные половые железы*.

В развитии насекомых различают два периода: эмбриональный и постэмбриональный. Эмбриональный период начинается с оплодотворения яйцеклетки и заканчивается выходом из яйца *личинки*. В постэмбриональном периоде из личинки формируется *куколка*, а из неё — взрослое насекомое, или *имаго*. Такой тип развития, включающий стадии яйцо - личинка - куколка - имаго, называется *полным метаморфозом*. В том случае, когда стадия куколки отсутствует, как, например, у вшей, тлей, власоедов, из яйца развивается личинка, превращающаяся в имаго. Такой тип развития носит название *неполного метаморфоза*.

Многие насекомые чрезвычайно плодовиты. Самка саранчи откладывает от 500 до 900 яиц, пчелиная матка — до 1,5 млн. Царица термитов откладывает до 30 000 яиц в день, а живёт до 10 лет. Иногда насекомые откладывают неоплодотворённые яйца. Партеногенетическим путём из неоплодотворённых яиц у пчёл выводятся трутни. Это самцы, оплодотворяющие пчелиную матку и не выполняющие никаких других функций. У тлей наблюдается *педогенез* — способность к размножению в личиночном состоянии путём откладки неоплодотворённых яиц.

Личинки насекомых часто очень непохожи на имагинальные (взрослые) формы. Это объясняется их жизнью в других условиях, характером потребляемой пищи

и другими причинами. В связи с этим, личинки большинства насекомых имеют форму и органы нехарактерные для взрослых особей. Так, у личинок бабочек — гусениц, червеобразная форма тела, 8 пар нечленистых ножек, а ротовой аппарат грызущего типа. Гусеницы имеют прядильные железы, брюшная нервная цепочка несравнимо длиннее, с большим числом ганглиев. Образ жизни личинок зависит от условий их обитания: одни из них живут в почве, другие в воде, третьи — на растениях, в навозе, отбросах, трупах животных и т.д. Личинки общественных насекомых (муравьёв, пчёл, ос, шмелей, термитов) воспитываются в гнёздах и сотах. Личинки оводов ведут паразитический образ жизни. В зависимости от особенностей морфологии различают следующие типы личинок насекомых:

1) червеобразные личинки с тремя парами ног на грудных сегментах (личинки жесткокрылых);

2) червеобразные личинки, имеющие кроме грудных также брюшные ноги (личинки бабочек и пилильщиков);

3) личинки, имеющие ясно дифференцированную голову, но лишённые грудных конечностей (личинки муравьёв, пчёл, комаров, некоторых жуков);

4) личинки без головы и без ног (личинки мух).

У большинства насекомых личиночный период составляет большую часть их жизненного цикла. За это время в теле личинки происходит интенсивное накопление питательных веществ, необходимых для окукливания (у насекомых с полным превращением). Насекомые с неполным превращением не имеют личинок на стадии куколки, а многократно линяют, с каждой линькой всё больше приближаясь к внешнему виду взрослых особей.

Стадия куколки характерна только для насекомых с полным превращением (метаморфозом). Это неподвижная, непитающаяся стадия. Исключением из этого правила являются куколки комаров, сохраняющие некоторую подвижность. Окукливание личинок насекомых происходит в укромных местах (в почве, под камнями, корой деревьев и т.д.). Защита куколок проявляется в прочности их покровов, покровительственной окраске, неподвижности. У мух при окукливании личиночный покров не сбрасывается, и сама куколка формируется под ним. Такие куколки называются ложными, или ложнокуколками. В зависимости от внешнего строения различают следующие типы куколок:

1. Свободная куколка (голова, грудные конечности и крылья прижаты к телу и хорошо различимы). Такой тип куколок характерен для жуков, комаров, перепончатокрылых.

2. Покрытая куколка (голова, грудные конечности и крылья покрыты особым слоем хитина и слабо различимы). Данный тип куколок имеют бабочки.

3. Ложнокуколка (сверху куколка покрыта личиночными покровами, голова, конечности и крылья неразличимы). Характерна для мух.

4. Кокон (на поверхности куколки образуется кокон, состоящий из переплетённых шелковистых нитей). Характерен для молей, шелкопрядов.

В течение куколичного периода происходит постепенное формирование органов, свойственных для взрослых насекомых. В это время под покровами куколки разжижаются все ткани и органы, присутствовавшие у личинки. Среди этой своеобразной клеточной кашицы обособляются группы эмбриональных клеток, форми-

рующие скопления — имагинальные диски. Их образование заканчивается на поздних стадиях куколки. Затем эти диски формируют ткани, органы и внешние покровы тела. Стадия куколки завершается выходом молодого насекомого, по внешним признакам строения сходного с имагинальной особью.

У насекомых отлично развита покровительственная и предупреждающая окраска, мимикрия, забота о потомстве. Многие из них ведут общественный образ жизни (муравьи, пчёлы, осы и др.).

Принципы определения насекомых

Определение насекомых до вида проводят с помощью специальных книг — определителей. Наиболее доступными из них являются: “Определитель насекомых Европейской части СССР” под редакцией С.П.Тарбинского и Н.Н.Плавильщикова, “Определитель насекомых” Н.Н.Плавильщикова.

Определитель состоит из таблиц, составленных на основе противопоставления двух или нескольких сравниваемых признаков, причём одни признаки упоминаются в одном пункте таблицы, а противоположные — в другом. Пункты соответственно пронумерованы, например:

1 (2). Насекомые с крыльями — Класс Крылатые (Pterygota) (стр.54)

2 (1). Насекомые без крыльев — Класс Первичнобескрылые (Apterygota) (стр.123).

Первый пункт 1 (2) содержит информацию о наличии какого-либо признака в строении насекомого и носит название тезы.

Второй пункт 2 (1) содержит информацию об отсутствии вышеуказанного признака или наличии других признаков. Он называется антитезой.

Первая цифра обозначает порядковый номер пункта, а вторая цифра в скобках указывает порядковый номер того пункта, куда определяющий должен перейти в случае, если указанные в пункте признаки не отмечаются у определяемого объекта.

Определение начинают с отыскания самой крупной систематической категории, которая имеется в определителе и с чтения первого пункта таблицы. В том случае, если указанные в пункте признаки подходят (отмечаются) у определяемого объекта, определяющий должен перейти к следующему по порядку пункту, если после принятого пункта нет названия систематической категории и не указан номер страницы для последующего определения. Если признаки тезы не находят у определяемого объекта, то определяющий должен перейти к антитезе. Отбрасывать тот или иной пункт и переходить к другому пункту можно лишь после того, как констатировано полное несоответствие признаков определяемого насекомого с признаками, приводимыми в данном пункте. Принимать тот или иной пункт можно тогда, когда констатировано полное соответствие описанных признаков с признаками у определяемого объекта. Перед окончательным принятием той или иной тезы необходимо ознакомиться с признаками антитезы. Определение по таблице, предназначенной для определения какой-либо одной систематической группы заканчивается, если после принятого пункта указано название определяемой категории, например, видовое название. Определение насекомого проводится постепенно, начиная с самой крупной систематической категории: подтип — надкласс — класс — подкласс — отдел — надотряд — отряд — подотряд — надсемейство — семейство — род — вид.

Определение объекта заканчивается установлением видового названия.

17.3. Систематический обзор

Класс Первичнобескрылые (Apterygota)

Общими признаками в строении представителей данного класса является бескрылость, наличие рудиментарных ножек на брюшке, хорошо выраженная наружная сегментация тела. Эти насекомые ведут образ жизни, характерный для многоножек.

Класс Крылатые (Pterygota)

Представители этого класса имеют одну или две пары крыльев, у них хорошо выражены отделы тела (голова, грудь и брюшко), рудиментарные брюшные конечности отсутствуют.

Отряд Прямокрылые (Orthoptera)

Крылатые насекомые с прыгательной третьей парой грудных ног, грызущим ротовым аппаратом и органами стрекотания. Развитие с неполным метаморфозом. В этот отряд входят 3 подотряда: Кузнечики (Tettigoniodea), Сверчки (Grylloidea) и Саранчовые (Acridodea). Самцы всех прямокрылых стрекочут, причём кузнечики и сверчки издадут звук трением надкрыльев друг о друга, а саранчовые — трением заднего бедра о надкрылье. Способность издавать звук связана с наличием особого тимпанального органа, который у кузнечиков и сверчков находится на передней голени, а у саранчовых — на переднем сегменте брюшка. Большинство прямокрылых растительноядны, но есть и хищники. Наносят ощутимый вред растениеводству.

Отряд Тараканы (Blattoptera)

Тело уплощено, передние крылья кожистые, задние тонкие и нежные. Ротовой аппарат грызущего типа. Задние грудные ноги лишь немного длиннее передних и средних. Являются переносчиками многих инфекционных заболеваний человека, некоторые виды приспособлены к жизни только в помещениях.

Отряд Стрекозы (Odonoptera)

Представители этого отряда широко распространены в умеренном и тропическом поясах, вблизи пресных водоёмов. Голова крупная, с большими фасеточными глазами, часто сходящимися на темени. У одних стрекоз брюшко длинное и тонкое, у других — короткое и толстое. Ротовой аппарат грызущего типа. По строению крыльев стрекоз делят на 2 подотряда: равнокрылые и разнокрылые. Личинки стрекоз развиваются в воде, имеют зачатки крыльев, трахейные жабры на брюшке или в задней кишке. Нижняя губа у личинок выдвигается далеко вперёд, образуя т.н. маску, при помощи которой они ловят добычу (водных беспозвоночных, мальков рыб и др.).

Отряд Равнокрылые (Homoptera)

К этому отряду относятся тли, листоблошки, червецы и цикады. Ротовой аппарат колюще-сосущего типа. У тлей имеет место партеногенез и чередование обоеполого поколения с однополым (партеногенетическим). Для многих тлей характерно наличие кожных восковых железок. Выделяемый ими воск покрывает тело и имеет защитное значение. Ротовой аппарат колюще-сосущего типа. Большинство представителей отряда являются вредителями сельскохозяйственных культур.

Отряд Полужесткокрылые, или Клопы (Hemiptera)

Известно свыше 22 000 видов клопов, многие из них являются вредителями растений и эктопаразитами животных. Имеют складной колюще-сосущий ротовой аппарат. Передние крылья наполовину жёсткие, свободные концы крыльев перепончатые. Постельные клопы являются переносчиками некоторых инфекционных заболеваний человека.

Отряд Вши (Siphunculata)

Вши обладают ротовым аппаратом колюще-сосущего типа, крылья отсутствуют. Известно около 300 видов вшей. В подавляющем большинстве являются эктопаразитами животных и человека. Развитие с неполным метаморфозом. Являются переносчиками таких опасных заболеваний человека как сыпной и возвратный тиф.

Отряд Чешуекрылые, или Бабочки (Lepidoptera)

Известно свыше 100 000 видов чешуекрылых. Ротовой аппарат сосущего типа, на крыльях развит чешуйчатый покров. Взрослые насекомые имеют только три пары грудных конечностей, а личинки (гусеницы) — 5 пар ложных ножек. Ротовой аппарат гусениц грызущего типа. Многие чешуекрылые являются серьёзными вредителями сельского и лесного хозяйств, особенно в период массового размножения.

Отряд Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera)

Передние крылья жуков превращены в твёрдые надкрылья и защищают расположенные под ними задние крылья. Ротовой аппарат грызущего типа. Метаморфоз полный. Большинство видов обитает на суше, некоторые перешли к водному образу жизни. Один из самых крупных отрядов, насчитывающий более 250 000 видов.

Отряд Блохи (Siphonoptera)

Известно свыше 1 000 видов. Ротовой аппарат колюще-сосущего типа. Органы зрения представлены парой простых глаз, позади которых в височных ямках располагаются короткие 3-х членистые усики. Все три пары грудных ножек отличаются длиной и значительным развитием тазиков и лапок. Всё тело блохи сдавлено с боков и отличается весьма эластичным хитином. Развитие происходит с полным метаморфозом. Каждый вид блох имеет специфического хозяина, однако при некоторых условиях они могут переходить и на неспецифических хозяев. Блохи являются переносчиками некоторых заболеваний, в том числе дипилидиоза.

Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera)

Известно свыше 150 000 видов перепончатокрылых. Ротовой аппарат сосущего или грызуще-лижущего типа. Имеют две пары перепончатых крыльев. В отряд входят семейства: Пилильщики (Tenthredinidae), Наездники (Ichneumonidae), Орехотворки (Cynipidae), Роющие осы (Sphecidae), Настоящие осы (Vespidae), Пчёлы (Apidae) и Муравьи (Formicidae). Самки ос и пчёл имеют яйцеклад, превращённый в жало. Домашние пчёлы являются ценнейшими поставщиками мёда, воска, пчелиного яда, прополиса. Муравьи и наездники уничтожают насекомых - вредителей.

Отряд Двукрылые (Diptera)

Имаго у представителей этого отряда обладает одной парой развитых крыльев и имеет колюще-сосущий или лижущий ротовой аппарат. Отряд делится на два подотряда: длинноусые (Nematocera) и короткоусые (Brachicera). Задние крылья рудиментарны и превращены в жужжальца. Превращение у этих насекомых полное, личинки имеют червеобразную форму тела. Среди двукрылых отмечаются специализированные кровососы: комары, мошки, мокрецы, слепни, ктыри, кровососки. Личинки многих видов диптер развиваются в воде, разлагающихся растительных остатках, нечистотах, паразитируют у животных и человека. Наряду с отрядом перепончатокрылых, данный отряд является наиболее эволюционно продвинутым. Известно около 80 000 видов двукрылых.

17.4. Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат Развитие рабочей пчелы

Пример насекомого, развивающегося с полным метаморфозом. Развитие рабочей пчелы протекает по схеме: яйцо - личинка - куколка - имаго. Стадии развития подписаны на препарате.

Макропрепарат Развитие комнатной мухи

Пример насекомого, развивающегося с полным метаморфозом. Развитие комнатной мухи протекает по схеме: яйцо - личинка - ложнокуколка - имаго. Стадии развития подписаны на препарате.

Макропрепарат Личинки подкожного овода

Под кожей крупного рогатого скота в слое соединительной ткани видны крупные сегментированные личинки овода темно-коричневого цвета.

Макропрепарат Личинки желудочного овода

На слизистой оболочке желудка лошади заметны прикрепившиеся сегментированные личинки желудочного овода. Для фиксации на передней части личинок находятся специальные прикрепительные крючочки.

Микропрепарат № 46 Нога таракана

Тип конечности бегательный. Основной членик — тазик, которым нога прикрепляется к грудному сегменту. Тазик хорошо развит, он длинный, широкий и уп-

лощённый. За тазиком следует маленький и короткий вертлуг, соединённый неподвижно с бедром. За вертлугом располагается длинная и тонкая голень, покрытая шипами. Лапка — последний сегмент ноги, пятичлениковая, первый членик её длиннее остальных, а последний заканчивается коготками.

Микропрепарат № 47 Ротовой аппарат таракана

Ротовой аппарат таракана грызущего типа. Такого типа ротовой аппарат имеют кузнечики, саранча, жуки, стрекозы, гусеницы бабочек и др.

Ротовой аппарат таракана состоит из непарной *верхней губы*, пары нечленистых *верхних челюстей*, пары членистых *нижних челюстей* и непарного членистого образования — *нижней губы*.

Верхняя губа образует переднюю стенку ротовой полости и прикрывает остальные ротовые органы спереди. На микропрепарате она имеет вид пластинки и располагается в верхней части. Несколько ниже её в виде хитиновых пластинок, зазубренных по внутреннему краю, находятся верхние челюсти (мандибулы, жвалы). Они служат для откусывания и размельчения пищи. Под верхними челюстями видны нижние челюсти (максиллы 1-ой пары), состоящие из узкого основного членика, на котором прикрепляется следующий сегмент — массивный стволик. От него отходят три придатка: пятичлениковый щупик, наружная и внутренняя лопасти. Внутренняя лопасть вооружена двумя зубцами и участвует в измельчении пищи. Наружная лопасть выполняет очистительную функцию, а щупик — осязательную. В самом низу располагается нижняя губа (максиллы 2-ой пары, слившиеся воедино). Она состоит из широкой пластинки — подбородка (слившиеся основные членики), расположенного выше подбородка (слившиеся стволики) и трёх придатков: нижнегубных трёхчленистых щупиков, пары наружных и внутренних лопастей. Функция последних заключается в слизывании жидкой пищи. Нижняя губа замыкает ротовую полость снизу.

Микропрепарат № 48 Ротовой аппарат пчелы

Ротовой аппарат пчелы грызуще-сосущего типа. Он характерен для большинства насекомых из отряда перепончатокрылых.

Верхняя губа в виде треугольника с коническим выростом. Верхние челюсти в виде пластинок без зазубрин по внутреннему краю. Личинки пчёл, ос, шмелей и других перепончатокрылых используют верхние челюсти для прогрызания яйцевой оболочки, а взрослые насекомые — для строительства сот. Нижние челюсти сильно вытянуты. Каждая челюсть состоит из узкого основного членика, удлинённого стволика и наружной лопасти саблевидной формы. Внутренняя лопасть редуцирована. Челюстной щупик недоразвит. Нижняя губа имеет маленький треугольный подбородок и массивный подбородок. Внутренние лопасти нижней губы длинные, срослись вместе и образовали трубочку -- язычок, густо усаженный щетинками. Наружные лопасти нижней губы рудиментарные, прилегают к основанию язычка. Нижнегубные щупики сильно развиты и состоят из 3-х члеников. Вытянутые нижние челюсти и нижняя губа, складываясь вместе, образуют трубочку, служащую для насасывания цветочного нектара.

Микропрепарат № 49 Ротовой аппарат самки комара

Ротовой аппарат колюще-сосущего типа.

Хорошо видна голова с большими фасеточными глазами и членистыми антеннами, покрытыми щетинками. Нижняя губа длинная, раздвоена на конце и покрыта волосками. Она представляет собой желобок, обращённый вогнутой стороной кверху. Щупики нижней губы атрофированы. Верхняя губа расположена рядом с нижней в виде заостренной пластинки. В обычном положении верхняя губа прикрывает желобок нижней, образуя колющий хоботок. Внутри получающейся трубочки лежат 5 тонких колющих щетинок: две видоизменённые верхние челюсти, две — нижние и хитинизированный язычок — гипофаринкс. Щупики нижних челюстей короткие, трёхчлениковые, расположены у основания ротового аппарата.

Микропрепарат № 50 Ротовой аппарат клопа гладыша

Ротовой аппарат колюще-сосущего типа.

По строению аналогичен ротовому аппарату самки комара. На препарате видна голова с глазами, колющий хоботок и нижнечелюстные щупики.

Микропрепарат № 51 Ротовой аппарат бабочки

Ротовой аппарат сосущего типа.

На препарате видна голова бабочки с большими фасеточными глазами и длинными членистыми антеннами. Нижние челюсти образуют длинный сосательный хоботок, способный спиралевидно сворачиваться. Каждая из нижних челюстей представляет собой желобок. Последние, соприкасаясь своими краями, образуют трубочку. При сосании нектара хоботок раскручивается и вводится внутрь цветка. Остальные части ротового аппарата редуцированы: верхняя губа и верхние челюсти едва различимы, нижняя губа имеет вид треугольной пластинки с трёхчлениковыми щупиками.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика и систематика многоножек.
2. Внешнее строение и покровы многоножек.
3. Строение пищеварительной, дыхательной и кровеносной систем многоножек.
4. Строение нервной, выделительной систем, органов чувств многоножек.
5. Строение половой системы и развитие многоножек.
6. Общая характеристика насекомых.
7. Внешнее строение и покровы насекомых.
8. Строение пищеварительной, кровеносной и дыхательной систем насекомых.
9. Строение нервной, выделительной систем и органов чувств насекомых.
10. Строение половой системы и развитие насекомых.
11. Строение ротового аппарата таракана.

12. Строение ротового аппарата пчелы.
13. Строение ротового аппарата самки комара.
14. Строение ротового аппарата бабочки.
15. Особенности морфологии и типы личинок насекомых.
16. Типы куколок насекомых.
17. Значение насекомых в природе и жизни человека.
18. Систематика насекомых.
19. Характеристика основных отрядов насекомых.
20. Принцип определения и правила работы с определителем насекомых.

18. Моллюски.

- 18.1. Общая характеристика и систематика.
- 18.2. Морфологический обзор.
- 18.3. Систематический обзор.
- 18.4. Описание макро- и микропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- сухие и влажные макропрепараты наземных, пресноводных и морских моллюсков; микропрепараты глосидиев; макропрепараты иглокожих;
- рисунки;
- микроскопы

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение макропрепаратов, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

18.1. Общая характеристика

1. Моллюски — двусторонне симметричные или асимметричные беспозвоночные животные.

2. Тело большинства моллюсков не разделено на сегменты, состоит из головы, туловища и ноги.

3. Для моллюсков характерна твёрдая минеральная раковина, часто покрывающая всё тело. У головоногих моллюсков раковина развита слабо, а некоторые брюхоногие вообще не имеют раковины.

4. Нервная система моллюсков представлена окологлоточным нервным кольцом и четырьмя отходящими от него нервными стволами. Различные представители типа имеют некоторые отличия в строении нервной системы.

5. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней киш-ки. В глотке брюхоногих моллюсков располагается радула, служащая для соскабливания пищи с поверхности субстрата. В желудок открывается пищеварительная железа, часто называемая печенью.

6. Кровеносная система представлена сердцем, кровеносными сосудами и специальными полостями — лакунами, или синусами. У большинства форм сердце состоит из одного желудочка и двух предсердий.

7. Органами дыхания водных моллюсков являются парные внешние жабры, а у наземных — лёгкое.

8. Целом у взрослых моллюсков сохраняется в виде окологердечной сумки и полости половой железы.

9. Органами выделения служат почки, начинающиеся из окологердечной сумки и открывающиеся в мантийную полость.

10. Развитие моллюсков напоминает аналогичный процесс у кольчатых червей, что говорит о их филогенетическом родстве.

11. Большинство моллюсков являются свободноживущими водными, реже наземными животными, некоторые ведут паразитический образ жизни.

Систематика

Тип Моллюски (Mollusca)

Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda)

Подкласс Переднежаберные (Prosobranchia)

Отряд Мезогастроподы (Mesogastropoda)

Виды: живородка обыкновенная (Viviparus viviparus)

битиния личи (Bithynia leachi)

битиния щупальцевая (Bithynia tentaculata)

Подкласс Легочные (Pulmonata)

Отряд Сидячеглазые (Basommatophora)

Виды: прудовик обыкновенный (Lymnaea stagnalis)

прудовик малый (Galba truncatula)

катушка роговая (Planorbium corneum)

Отряд Стебельчатоглазые (Stylommatophora)

Виды: улитка виноградная (Helix pomatia)

янтарка (Succinea putris)

слизень полевой (Deroceras agreste)

Класс Двустворчатые моллюски (Bivalvia)

Надотряд Настоящие пластинчатожаберные (Autobranchia)

Отряд Униониды (Unionida)

Виды: беззубка (Anodonta cygnea)

перловица (Unio pictorum)

Отряд Митилиды (Mytilida)

Виды: мидия съедобная (Mytilus edulis)

устрица черноморская (Ostrea taurica)

дрейссена (Dreissena polymorpha)

Отряд Пектиниды (Pectinida)

Вид: гребешок черноморский (Flexopecten ponticus)

Класс Головоногие моллюски (Cephalopoda)

Отряд Кальмары (Teuthida)

Вид: кальмар тихоокеанский (*Todarodes pacificus*)

Отряд Осьминогов (*Octopoda*)

Вид: осьминог обыкновенный (*Octopus vulgaris*)

18.2. Морфологический обзор

Класс Брюхоногие

Это самый богатый по количеству видов класс моллюсков. Сюда относятся морские, реже пресноводные и наземные формы. Некоторые брюхоногие известны как паразиты других беспозвоночных.

Тело брюхоногих моллюсков состоит из *головы*, *ноги* и *туловища*. Голова чётко обособлена, туловище образует вырост в виде внутренностного мешка, где располагаются все внутренние органы. Нога представляет собой утолщённую и разросшуюся брюшную стенку туловища.

На голове находятся 1-2 пары щупалец, пара простых глаз, а с нижней части — ротовое отверстие. Нижняя часть ноги уплощена и называется *подошвой*, опираясь на которую, моллюск скользит по субстрату. Туловище чаще спиральнозакручено и находится внутри раковины. С внутренней стороны между раковинной и туловищем прилежит складка кожи — *мантия*, свободно свисающая на бока. Пространство между стенками мантии и туловища формирует т.н. *мантийную полость*. Здесь лежат органы дыхания, открываются выделительное, анальное и половые отверстия, слизистые железы, органы химического чувства. Все эти органы, лежащие в мантийной полости, называют *мантийным комплексом органов*. Только некоторые моллюски сохраняют метамерное расположение внутренних органов и являются двусторонне симметричными.

Мантия постоянно выделяет наружу ионы кальция, которые под влиянием сложных биохимических превращений образуют *раковину* моллюсков. Брюхоногие обладают спиральнозакрученной раковинной, хотя некоторые из них имеют раковину в виде конуса, колпачка, либо утратили её вовсе. *Вершина* раковины слепо замкнута, а противоположный расширенный конец — *устье*, служит для выхода ноги и головы животного. Раковина делает обороты, налегающие, либо неналегающие друг на друга. Обороты раковины могут быть закручены в одной плоскости, как у катушки, или в виде конуса, башенки. Ось, вокруг которой идут обороты называется *столбиком*. Раковина состоит из нескольких слоёв. Наружный слой называют *периостракум*. Он образован из *конхиолина* — белкового вещества. Средний слой (*остракум*) образован пластинками карбоната кальция (CaCO_3), лежащими перпендикулярно по отношению к поверхности раковины. У некоторых брюхоногих имеется внутренний слой (*гипостракум*), состоящий из тончайших пластинок карбоната кальция, которые ориентированы параллельно поверхности раковины. Световые лучи неравномерно отражаются от поверхности гипостракума, что даёт характерный перламутровый блеск внутреннему слою раковины. По цвету раковины моллюсков весьма различны: одни совершенно блеклые и невзрачные, другие имеют всевозможные узоры в виде полос, пятен, зигзагов и т.д.

Пищеварительная система моллюсков представлена *ртом*, находящимся на нижней части головы. Рот ведёт в обширную *ротовую полость*, задняя часть кото-

рой называется иногда глоткой. На дне ротовой полости располагается особый орган — *тёрка*, или *радула*. Она имеет вид ленты с расположенной на ней рядами зубчиков. Благодаря особым мышцам, тёрка может двигаться в ротовой полости, а также выходить за её пределы. Это приспособление служит для соскабливания пищи с поверхности субстрата, мякоти листьев растений. В передней части глотки лежат хитиновые пластинки, формирующие *челюсть*. В глотку открываются протоки одной пары *слюнных желез*. У некоторых хищных моллюсков секрет этих желез содержит до 4% серной кислоты, что помогает им разрушать покровы своей жертвы. Глотка переходит в длинный *пищевод*, образующий расширение — *зоб*. Начальная часть средней кишки представлена мешковидным *желудком*, в который открываются протоки пищеварительной железы, именуемой “печенью”. Последняя способна к фагоцитозу пищевых частиц, отложению жира и гликогена. От желудка берёт начало *тонкая кишка*, делающая одну или несколько петель, затем она поворачивается вперед и переходит в *заднюю кишку*, заканчивающуюся анальным отверстием.

Большинство водных брюхоногих моллюсков дышит *жабрами* (*ктенидиями*). Это парные органы, расположенные по бокам от анального отверстия в мантийной полости. Они имеют вид вытянутых двоякоперистых придатков. Каждый ктенидий состоит из осевого сволика и двух рядов лепестков. Органы химического чувства — *осфрадии*, располагаются в основании жабр. У переднежаберных брюхоногих ктенидии лежат в передней части мантийной полости, а у заднежаберных смещены назад. У многих моллюсков из двух ктенидиев остаётся только один, тогда как другой редуцируется. Некоторые гастроподы начисто лишены жабр, а их функции выполняют выросты мантии или кожа. Наземные брюхоногие моллюски и отдельные пресноводные обладают легочным дыханием. У них обособляется участок мантийной полости, т.н. *лёгкое*, открывающееся наружу самостоятельным отверстием. В стенке лёгкого кровеносные сосуды разветвляются на многочисленные капилляры.

Кровеносная система брюхоногих моллюсков состоит из *сердца*, *венозных лакун* и *сосудов*. Сердце имеет *желудочек*, одно или два *предсердия*. Сердце располагается над задней кишкой и окружено *перикардием* (*околосердечной сумкой*), представляющего собой участок целома. От желудочка берёт начало *аорта*, разветвляющаяся на *головной* и *внутренний стволы*. Первый из них несёт кровь к голове, а второй — к внутренним органам туловища и ноге, разветвляясь на множество *капилляров*. Из них насыщенная углекислым газом кровь поступает в венозные лакуны, откуда заносится к органам дыхания, где происходит газообмен, а оттуда по кровеносным сосудам изливается в предсердия. Кровь большинства гастропод бесцветна и содержит марганец, выполняющий ту же роль, что и железо в крови позвоночных животных.

Нервная система состоит из пяти пар ганглиев:

1. Над глоткой располагаются *церебральные ганглии*, соединённые между собой комиссурой.
2. В ноге находятся *педальные ганглии*, соединённые комиссурой и связанные продольными нервными стволами (коннективами) с церебральными ганглиями.
3. В области органов дыхания размещаются *плевральные ганглии*, соединяющиеся коннективами с церебральными и педальными нервными узлами.

4. Над задней кишкой располагаются *висцеральные ганглии*. Они соединены комиссурой и связаны коннективами с остальными ганглиями.

5. В нижней части внутренностного мешка находятся *париетальные ганглии*.

Некоторые брюхоногие моллюски имеют также хорошо развитые *глочные ганглии*.

Функцию органов осязания выполняют края мантии и расположенные на голове щупальца. У основания ктенидиев и головных щупалец находятся осфрадии — органы химического чувства. Возле pedalных ганглиев лежат органы равновесия — *статоцисты*. Органами зрения являются простоустроенные глаза.

Выделительная система представлена *почками*, из которых чаще сохраняется только левая. Одним концом почка сообщается с перикардием, а другим открывается в мантийную полость выделительным отверстием.

Половая система брюхоногих моллюсков имеет сложное строение. Половая железа всегда одна — *семенник* или *яичник*. У гермафродитных видов имеется *гермафродитная железа*. У самцов от семенника отходит *семяпровод*, открывающийся вблизи передней части тела выростом — *совокупительным органом*. У самок *яйцевод* может образовывать расширение — *семяприёмник*. У виноградной улитки от гермафродитной железы отходит общий проток, куда открывается канал *белковой железы*, формируя *яйцевод*. Далее от общего протока ответвляется семяпровод, переходящий в мускулистый совокупительный орган. Яйцевод расширяется и переходит в *матку*, которая открывается самостоятельным отверстием вблизи мужского полового отверстия, формируя *половую клоаку*. Конечная часть матки называется *влагалищем*, образует расширение — *семяприёмник*, рядом с которым располагается мешок с “любовной стрелой” — иглой из углекислой извести, которая при копуляции вонзается в кожу партнёра и служит для его раздражения. Гермафродитные виды брюхоногих моллюсков размножаются с помощью перекрёстного оплодотворения.

Развитие водных гастропод протходит по схеме: яйцо — личинка трохофора — личинка велигер (парусник) — взрослая особь. У наземных и водных легочных брюхоногих моллюсков из яйца выходит миниатюрная копия взрослой особи.

Класс Двустворчатые

Эти животные имеют раковину, состоящую из двух створок и прикрывающую их тело с боков. Головы нет, а ктенидии превратились в пластинчатые жабры. Тело состоит из туловища и ноги. В передней части туловища находится ротовое отверстие, в задней — анальное. Между ними располагается нога, хотя у некоторых моллюсков она рудиментирована. На нижней поверхности ноги у мидий, дрейссен, устриц и других двустворчатых моллюсков в особом впячивании открывается проток биссусовой железы, которая выделяет нити особого секрета, затвердевающего в воде. При помощи биссусовых нитей эти моллюски прикрепляются к подводным предметам и совершенно неспособны к передвижению в связи с редукцией ноги.

Тело двустворчатых моллюсков покрыто *мантией*, которая свешивается с боков в виде двух мантийных складок. Пространство между мантией и телом называется *мантийной полостью*, где размещаются нога и жабры. На спинной стороне тела мантийные складки соединяются, а по краю створок раковины заканчиваются сво-

бодно. Иногда свободные края мантии снабжены щупальцами и примитивными глазами, как, например, у гребешков. В области задней части раковины края мантии срастаются и образуют два трубковидных выроста — *сифоны*. По одному из них вода с пищевыми частицами поступает внутрь мантийной полости — *вводной сифон*, а по другому удаляется из тела моллюска — *выводной сифон*. Как правило, верхнее отверстие ведёт в выводной сифон, а нижнее — в вводной. У моллюсков, обитающих в илистых грунтах, длина сифонов нередко превышает длину тела самих животных.

Створки раковины выделяются наружным эпителием мантийных складок. У таких моллюсков как устрицы, одна из створок плотно прирастает к субстрату, у корабельного червя обе створки сильно рудиментированы. На спинной стороне створки раковины соединяются между собой *лигаментом* и *замком*. Лигамент состоит из эластического вещества и соединяет створки в виде небольшой поперечной ленты. Замок — соединение створок при помощи отростков спинного края раковины (зубов). Замки могут быть равнозубыми и разнозубыми, в зависимости от количества и величины зубов. Некоторые моллюски, например, беззубка, вовсе не имеют замка. Захлопывание и открытие створок осуществляется благодаря специальным *мускулам-замыкателям*, располагающимся поперек тела между створками. Эти мышцы образуют один или два плотных мышечных пучка, места прикрепления которых можно определить по специфическим отпечаткам на внутреннем слое раковины.

Раковина двустворчатых моллюсков имеет трёхслойное строение. Наружный слой раковины (*периостракум*) образован органическим веществом конхиолином. Под ним располагается ризматический, или фарфоровидный слой (*остракум*), состоящий из призмочек карбоната кальция, ориентированных перпендикулярно поверхности створок. Внутренний слой раковины называют перламутровым (*гипостракум*), сформированным чередованием пластиночек извести с прослойками конхиолина. Блеск этого слоя объясняется интерференцией световых лучей при прохождении через него. Подстиляется перламутровый слой эпителием мантии, который и выделяет раковину.

Пищеварительная система двустворчатых моллюсков представлена передней, средней и задней кишкой. Рот располагается над основанием ноги в передней части тела и имеет по бокам одну или две пары *ротовых лопастей*. Они покрыты ресничками, благодаря колебаниям которых осуществляется приток воды в мантийную полость. Редукция головы повлекла утрату таких органов пищеварительной системы, как глотка, радула, челюстей и слюнных желез. Рот открывается в короткий *пищевод*, переходящий в *желудок*. Вокруг желудка располагается пищеварительная железа, т.н. *печень*. Внутри желудка на его брюшной стороне помещается *кристаллический стебелёк* в виде прозрачной студенистой палочки. Он выделяет ферменты, обеспечивающие химическую обработку поступающих в желудок пищевых частиц. *Средняя кишка* начинается от желудка и продолжается в основании ноги, делая там несколько петлеобразных изгибов и направляется к задней части туловища, где переходит в *заднюю кишку*, пронизывающую насквозь желудочек сердца. Пищеварительная система заканчивается *анальным отверстием*, которое открывается над задним мускулом-замыкателем.

Органами дыхания у двустворчатых моллюсков являются *жабры*, располагающиеся по бокам ноги и состоящие каждая из двух *полужабр*: *наружной* и *внутренней*. Каждая полужабра образована *жаберными нитями*, которые связаны между собой соединительнотканными перекладинами.

Кровеносная система незамкнутая. *Сердце* находится на спинной стороне и состоит из *желудочка*, сквозь который проходит кишка, и двух *предсердий*. Последние связаны с желудочком особыми отверстиями с клапанами, регулирующими приток крови. Снаружи сердце покрыто *перикардием* (околосердечной сумкой), представляющим собой остаток целома. Кровь из желудочка сердца по кровеносным сосудам поступает в *лакуны* паренхимы тела, отдаёт кислород и движется в *жаберные артерии*, где окисляется и по жаберным венам течёт к предсердиям.

Нервная система состоит из трёх пар ганглиев. Из-за редукции головы церебральные ганглии слились с плевральными и образовали *цереброплевральные*, соединяющиеся над глоткой тонкой комиссурой. В ноге находится пара *педальных ганглиев*, которые соединены с цереброплевральными ганглиями двумя длинными коннективами. Ещё более длинные коннективы идут от цереброплевральных ганглиев к паре *висцеральных (туловищных) ганглиев*, лежащих под задним мускулом-замыкателем. Эта пара ганглиев, кроме внутренних органов иннервирует также осфрадии и жабры.

Органы чувств у двустворчатых моллюсков развиты слабо. У основания жабр находятся органы химического чувства — *осфрадии*, а рядом с педальными ганглиями — два *статоциста* (органы равновесия). Головные щупальца и глаза у большинства двустворчатых моллюсков отсутствуют. Иногда органы зрения вторично возникают по всему свободному краю мантии, как у гребешков, или по оторочке сифонов, как у сердцевидок. Осязательные клетки рассеяны в эпителии ротовых лопастей, папиллах вводного сифона и мантии.

Органами выделения является пара *почек*, лежащих по бокам перикардия. Иногда их называют *боянусовыми органами* (по фамилии профессора Виленского университета, впервые описавшего их в начале XIX века). С одной стороны почки открываются *ресничной воронкой* в перикардий, а с другой — в мантийную полость.

В половом отношении среди двустворчатых моллюсков встречаются как гермафродиты, так и раздельнополые животные. Гонады образованы участком целомиического эпителия и иногда разделяются на отдельные мешочки — *фолликулы*. У одних моллюсков гонады соединены своими выводными каналами с протоками почек, у других открываются самостоятельными половыми отверстиями в мантийную полость. Беззубки раздельнополы, но по внешнему виду отличить самца от самки невозможно. Парная половая железа лежит в верхней части ноги между петлями кишечника и открывается в мантийную полость.

Оплодотворение яйцеклеток происходит в мантийной полости моллюска. Из яйца развивается личинка *трохофора*, превращающаяся в следующую личиночную стадию — *парусника*, или *велигера*. Такая личинка имеет вырост тела — парус, служащий для плавания в толще воды. У велигера появляются створки раковины, зачаток ноги, мантия, ганглии, желудок, печень и т.д., но органами выделения являются протонефридии, что говорит о дальнем родстве моллюсков с их червеобразными

предками. После некоторого периода планктонной жизни велигер оседает на дно, теряет парус и постепенно превращается в молодого моллюска.

Однако у перловиц и беззубок стадия велигера выпадает и развитие происходит иначе. После оплодотворения в жабрах взрослого моллюска из зиготы развиваются личинки *глохидии*, которые через выводной сифон поступают наружу, где плавают, быстро раскрывая и захлопывая створки. Каждая створка раковинки глохидия на свободном крае снабжена острыми зубцами. От зачаточной ноги свешивается клейкая биссусовая нить, возможно, помогающая личинке моллюска при фиксации. Захлопывание створок осуществляется благодаря наличию непарного мускула-замыкателя. Дальнейшее развитие глохидия происходит только в том случае, если ему удастся встретить рыбу или малька. С помощью биссусовой нити глохидии приклеиваются к плавникам или жабрам рыб и вонзают в них шипы своих створок. На месте внедрения глохидиев развивается специфическая воспалительная реакция. Некоторое время (1-2 месяца) глохидии ведут паразитический образ жизни, питаются кровью и лимфой рыб. По мере роста глохидии обретают новую раковину с двумя мускулами-замыкателями. Нога видоизменяется, а биссусовая железа исчезает. Выросший маленький моллюск прорывает стенку опухоли, падает на дно и начинает вести свободный образ жизни. Таким образом рыбы способствуют расселению беззубок и перловиц.

Класс Головоногие

Этот класс насчитывает около 700 ныне живущих и 11 000 ископаемых видов головоногих моллюсков. В длину эти животные достигают от 1 см до 18 м. Большинство из них ведёт свободноживущий образ жизни. Тело у головоногих моллюсков состоит из головы и туловища. Нога видоизменена в щупальца или руки, которые вторично сместились на голову и окружают рот. У более примитивных форм головоногих (наutilus, аргонавт) раковина наружная, многокамерная. У высших головоногих моллюсков она внутренняя и в той или иной степени редуцирована, либо отсутствует. Двигаются головоногие реактивным способом благодаря выбрасываемой из мантийной полости воды. Развитие прямое, без личиночных стадий.

В качестве примера рассмотрим строение тихоокеанского кальмара.

Тело кальмара удлинённое, цилиндрическое, с хорошо выраженной головой. По бокам задней части тела расположены два плавника треугольной формы. В длину тихоокеанский кальмар достигает 50 см. На передней части головы находится ротовое отверстие, окружённое десятью щупальцами. Восемь из них короткие, а два более длинные — ловчие. На коротких щупальцах в два ряда располагаются присоски, каждая из которых напоминает чашечку, по краю снабжённое роговым колечком с мелкими зубчиками. Ловчие щупальца несут присоски только на задней расширенной части. С брюшной стороны головы заметна воронка, открывающаяся широким концом в мантийную полость, а узким — наружу. По бокам головы сидит пара глаз сложного строения. Мантия у головоногих срастается с кожей спины и “пристёгнута” на брюшной стороне к внутренностному мешку запонками. Расслабление мышц туловища приводит к тому, что щель между мантией и головой заполняется водой. При сокращении мышц вода с силой выталкивается струёй через особый канал —

воронку, в результате чего тело животного относится на некоторое расстояние. В мантийной полости лежит пара жабр, анальное, выделительное и половое отверстия.

Внутренний скелет представлен спинной пластинкой, лежащей под кожей. Хрящевой скелет состоит из головного хряща, хрящей запонок и плавников.

Нервная система представлена головным мозгом, двумя звёздчатыми мантийными ганглиями и сложной системой нервов.

Пищеварительная система состоит из рта, глотки с роговыми челюстями, радулы, слюнных желез, пищевода, желудка, печени, средней и прямой кишки. Вблизи анального отверстия открывается чернильный мешок, вырабатывающий особое чёрное красящее вещество, служащее для отвлечения и отпугивания хищников.

Кровеносная система представлена сердцем, системой артериальных и венозных сосудов. Сердце состоит из желудочка и предсердий.

Органами выделения являются парные почки, протоки которых открываются в мантийную полость.

Как и все головоногие, кальмары раздельнополы. Самец отличается от самки коротким щупальцем, которое служит для перенесения сперматофора в мантийную полость самки. Семенник непарный, семяпровод длинный, извитой. Яичник непарный, яйца поступают в полость тела и по яйцеводам выводятся в мантийную полость.

При движении кальмара воронка может отгибаться в различном направлении, что позволяет животному двигаться даже боком. Плавники служат рулями глубины. Кальмары постоянно совершают длительные миграции, проплывая тысячи километров.

Тихоокеанский кальмар широко распространён в Японском море, является промысловым видом.

18.3. Систематический обзор

Класс Брюхоногие (Gastropoda)

Подкласс Переднежаберные (Prosobranchia)

Отряд Мезогастроподы (Mesogastropoda)

К этому отряду относится большая часть видов переднежаберных моллюсков. Для представителей данного отряда характерно наличие одной жаберы и одного предсердия. Раковина спирально закручена, колпачковидная, реже отсутствует. Из морских мезогастропод наиболее распространёнными являются роды *Littorina*, *Natica*, *Buccinum*, *Patella*, *Acmaea*, *Haliotis*, *Trochus* и др. В пресных водах известно сравнительно немного представителей отряда: *Theodoxus*, *Vivipara*, *Bithynia*, *Baikalia*, *Benedictia* и др.

Подкласс Легочные (Pulmonata)

Отряд Сидячеглазые (Basommatophora)

Представители этого отряда легочных моллюсков имеют пару глаз, расположенных у основания щупалец. Раковина хорошо развита, спирально завитая, иногда редуцирована. Существуют как пресноводные, так и наземные формы. Пресноводный моллюск малый прудовик (*Galba truncatula*) является промежуточным хозяином

для печёночного сосальщика, а обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis*) — для сосальщиков из рода *Diplostomum*. Моллюски семейства катушек (*Planorbidae*) служат промежуточными хозяевами для сосальщиков из рода *Paramphistomum* и *Notocotylus*.

Отряд Стебельчатоглазые (Stylommatophora)

Глаза у моллюсков этого отряда расположены на вершине второй пары щупалец. Раковина хорошо развита, реже редуцирована. Известны только наземные формы. Моллюски родов *Helicella*, *Zebrina*, *Theba*, *Fruticola* являются промежуточными хозяевами для ланцетовидного сосальщика.

Класс Двустворчатые (Bivalvia)

Отряд Настоящие пластинчатожаберные (Eulamellibranchia)

Включает более 100 семейств. Наибольшее число видов обитает в морских, солоноватых и пресных водах от мелководий до глубин порядка 10 000 м. Жабры в виде двух решётчатых пластин, располагающихся с обеих сторон тела. В пресных водах широко распространены представители рода беззубок (*Anodonta*), перловиц (*Unio*), горошинок (*Pisidium*) и шаровок (*Sphaerium*). Обитающая на севере Беларуси обыкновенная жемчужница (*Margaritifera margaritifera*) занесена в Красную книгу и считается вымершей. Из морских форм к этому отряду относятся венериды, мактры, мии, корабельный червь и камнеточцы.

Отряд Нутежаберные (Filibranchia)

У моллюсков этого отряда лепестки жабр вытянуты в длинные сложенные попалам нити. Из пресноводных видов известна дрейссена (*Dreissena*), попавшая из Европы в Великие Озёра Северной Америки и постепенно вытесняющая аборигенные виды двустворчатых моллюсков. Из морских форм сюда относятся мидии (*Mytilus*), устрицы (*Ostrea*), гребешки (*Pecten*), разводимые на морских фермах, арки (*Arca*), сердцевидки (*Cardium*) и гиганты среди двустворчатых моллюсков — тридакны (*Tridacna*), длина раковины которых может достигать 1,5 м и веса до 300 кг.

Класс Головоногие (Cephalopoda)

Подкласс Наружнораковинные (Ectocohlia)

Отряд Кораблики (Nautiloidea)

В современной морской фауне представлены единственным родом наутилус (*Nautilus*), виды которого обитают в тропических водах Юго-Восточной Азии и Австралии. Ископаемых представителей этого отряда известно более 2500 видов.

Подкласс Внутреннораковинные (Endocohlia)

Отряд осьминоги (Octopoda)

К этому отряду относятся исключительно морские головоногие моллюски, ведущие донный образ жизни. В северных морях встречается арктический осьминог (*Bathypolypus arcticus*), в Тихом океане — илистый осьминог (*Cirrotauma murrai*), достигающий в длину 3-х метров. В Средиземном море и Атлантическом океане обитает обыкновенный осьминог (*Octopus vulgaris*), являющийся промысловым видом. Обитают осьминоги и в антарктических водах. В тропических водах на больших глубинах встречаются аргонавты (*Argonauta argo*), самки которых имеют спирально закрученную раковину, служащую для вынашивания яиц.

Отряд Кальмары (Teuthida)

Из современных форм сюда относятся каракатицы (Sepia), россии (Rossia), кальмары (Teuthes). Самый большой головоногий моллюск — гигантский кальмар (*Architeuthis dux*) достигает длины 18 м, а диаметр его присосок равен 20 см. Этими гигантами питаются киты кашалоты, на коже которых часто видны полосы — следы присосок кальмаров. осьминоги и кальмары являются объектами промысла в Японии, США, Корее, России и странах Средиземного моря. В Китае из чернильной жидкости каракатиц готовят специальную краску — “китайскую тушь”, используемую в текстильной промышленности.

18.4. Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат Внутреннее строение беззубки

Одна из створок раковины и часть мантии беззубки удалены для демонстрации внутреннего строения моллюска. Вторую створку изнутри выстилает мантия. В средней части тела видна массивная нога животного. Кверху от ноги лежат половая железа и петли кишки. Мускулы замыкатели в виде цилиндрических тяжей заметны в передней и задней частях тела моллюска. У переднего верхнего края ноги под мускулом-замыкателем расположены пластинки треугольной формы — ротовые лопасти. Вдоль тела позади ноги лежат жабры в виде плоских пластин. Над ногой в виде полосок темного или желтоватого цвета располагаются почки. В задней части тела беззубки имеются бахромчатые участки мантии — сифоны. Сверху находится более широкий вводной сифон, а чуть ниже его — более узкий выводной сифон.

Макропрепарат Раковина перловицы

У перловицы хорошо развита макушка раковины, она несколько выпукла и приближена к передней части. Цвет наружной поверхности створок тёмно-коричневый. Внутренняя поверхность створок покрыта слоем перламутра, более толстого, чем у беззубки. Форма раковины перловицы удлинённая, клиновидная. Спинной край раковины сильно утолщён, с медиальной стороны на нём располагается замок. Он состоит из крупных зубов и тонких пластинок.

Макропрепарат Дрейссены

Мелкие пресноводные двустворчатые моллюски, имеющие раковину треугольной формы. С помощью тонких биссусовых нитей, остатки которых видны по вентральному краю раковины, прикрепляются к различным подводным предметам, в т.ч. и к раковинам других моллюсков. На поверхности створок заметны зигзагообразные тёмно-коричневые полосы, тогда как цвет самой раковины светло-коричневый.

Макропрепарат Мидия и гребешок

Створка мидии треугольно-овальной формы, вершина её утолщена и слегка загнута вниз. Окраска створки снаружи чёрная с синеватым металлическим отливом, изнутри — перламутровая.

Створка гребешка округлой формы с расходящимися радиально от вершины волнистыми рёбрами. Вблизи верхушки створки имеются характерные для гребешков выросты — “ушки”.

Макропрепарат Виноградная улитка

Раковина моллюска спирально закручена в виде плоского конуса. На поверхности светлоокрашенной раковины заметны продольные тёмные полосы. Раковина заканчивается расширением — устьем. Из него наружу выдаётся голова и нога. На голове видны две пары щупалец: короткие губные и длинные глазные. Последние заканчиваются глазами, которые просвечиваются в виде двух чёрных точек. На переднем крае головы впереди губных щупалец с вентральной стороны располагается рот. По краю устья раковины видна выступающая мантия. Внутри раковины, повторяя её обороты располагается внутренностный мешок улитки.

Макропрепарат Слизень

Тело слизня удлинённой формы. Голова, как и у виноградной улитки, снабжена двумя парами щупалец. Сверху, позади головы заметен овальный щиток — мантия, прикрывающая лёгкое моллюска. С правой стороны на конце мантии видно отверстие — дыхальце. Раковина у слизней отсутствует, но её рудимент сохраняется в виде пластинки под мантией. Нога моллюска длинная, мускулистая.

Макропрепарат Кальмар

Тело кальмара удлинённой, цилиндрической формы, беловатого цвета. От головы, по бокам которой расположены глаза, отходят восемь коротких и два длинных щупальца с присосками. Среди основания находится рот. По бокам задней части тела заметны плавники треугольной формы. На брюшной стороне головы виден полый внутри тяж — воронка, открывающаяся внутренним отверстием в мантийную полость.

Макропрепарат осьминог

Тело осьминога мешковидной формы, серого цвета. От обособленной головы, соединяясь между собой перепонками, отходят восемь щупалец, снабжённые мощными присосками. У основания щупалец лежит рот, через отверстие которого заметны две роговые челюсти чёрного цвета, напоминающие клюв попугая. По бокам головы расположена пара довольно крупных глаз сложного строения. Воронка видна на брюшной стороне тела животного.

Микропрепарат № 52 Глохидии

Глохидии снаружи покрыты двустворчатой раковинкой, свободные края которой несут крупные зубцы. С их помощью глохидии проникают в ткани рыб.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы :

1. Общая характеристика и систематика моллюсков.
2. Внешнее строение брюхоногих моллюсков.
3. Внутреннее строение виноградной улитки.
4. Размножение и развитие брюхоногих моллюсков.
5. Брюхоногие моллюски как промежуточные хозяева паразитических червей.
6. Значение брюхоногих в природе и жизни человека.
7. Внешнее строение двустворчатых моллюсков.
8. Внутреннее строение беззубки.
9. Значение двустворчатых в природе и жизни человека.
10. Особенности морфологии головоногих моллюсков.
11. Значение головоногих в природе и жизни человека.

19. Иглокожие.

- 19.1. Общая характеристика и систематика.
- 19.2. Морфологический обзор.
- 19.3. Описание макропрепаратов.

Материальное обеспечение:

- сухие и влажные макропрепараты иглокожих;
- рисунки;
- микроскопы

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- изучение макропрепаратов, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

19.1. Общая характеристика

1. Иглокожие — исключительно морские животные с радиальной симметрией тела.

2. Кожный покров иглокожих состоит из известковых пластинок, а также игл, педицеллярий и щетинок.

3. Пищеварительная система начинается ртом, переходящим в короткую глотку, а затем в кишечник. У голотурий, морских ежей и морских лилий можно различить передний, средний и задний отделы кишечника. Задняя кишка открывается наружу анальным отверстием. У морских звёзд и офиур глотка отсутствует и рот ведёт в объёмистый мешковидный желудок.

4. Дыхательная система представлена кожными жабрами, либо дыхательную функцию выполняют другие органы. Настоящие органы дыхания — водные лёгкие — имеются только у голотурий.

5. Кровеносная система незамкнутая, состоит из сердца, аборального и околоротового колец с отходящими от них сосудами и системы лакун.

6. Органы выделения развиты слабо или отсутствуют.

7. Нервная система иглокожих довольно примитивна, состоит из 3-х нервных колец с отходящими от них радиальными нервными стволами

8. Иглокожие обладают амбулакральной системой, отсутствующей у всех других известных ныне животных. Эта система служит для движения, осязания, а у морских ежей, офиур и морских лилий выполняет, кроме того, дыхательную функцию.

9. Иглокожие — раздельнополые животные. Развитие происходит со сложным метаморфозом.

Систематика

Тип Иглокожие (Echinodermata)

Класс Морские звёзды (Asteroidea)

Вид: звезда красная морская (Asterias rubens)

Класс Морские ежи (Echinoidea)

Вид: ёж северный морской (Strongylocentrotus droebachiensis)

Класс Змеехвостки, или Офиуры (Ophiuroidea)

Вид: офиура голова Горгоны (Gorgonocephalus sp.)

Класс Морские огурцы, или Голотурии (Holothuroidea)

Вид: трепанг дальневосточный (Stichopus japonicus)

Класс Морские лилии (Crinoidea)

Вид: гелиометра ледовая (Heliometra glacialis)

19.2. Морфологический обзор

Класс Морские звёзды

К этому классу относятся типично морские животные, распространённые от зоны прилива до глубочайших океанических впадин. Максимальные размеры тела составляют 70 см, обычно меньше. Многие виды морских звёзд очень ярко окрашены, имеют всевозможные выросты, шипы и т.д. В настоящее время известно более 1 700 видов морских звёзд.

Тело сжато в дорсовентральном направлении и имеет вид пяти-, шести-, семи-... тридцати шестилучевой звезды, на котором различают *центральный диск* и отхо-

дящие от него *лучи*, или руки. На брюшной (*оральной*) стороне помещается рот, а в центре спинной (*аборальной*) стороны — анальное отверстие.

Стенка тела морской звезды состоит из *однослойного ресничного эпителия* и соединительной ткани, под которой залегает *перитонеальный эпителий*, отграничивающий целом. В слое соединительной ткани находится *известковый скелет* в виде правильно расположенных пластинок. На аборальной стороне тела находятся узкие *известковые перекладки* и крупная *мадрепоровая пластинка*, пронизанная мельчайшими отверстиями. От поверхности скелетных пластинок отходят шипы и *иглы*. Последние могут соединяться наподобие ножниц и образовывать т.н. *педицеллярии*, раскрывающиеся и захлопывающиеся с помощью специальных мышц. Педицеллярии служат морским звёздам для защиты от хищников и удаления с поверхности тела посторонних частиц.

Пищеварительная система представлена *ртом*, окружённым кольцевой губой. Рот коротким *пищеводом* соединяется со складчатым мешковидным *желудком*, занимающим внутреннее пространство центрального диска. Желудок имеет 5 пар *печёночных выпячиваний*, заходящих в лучи и обильно выделяющих пищеварительные соки. От желудка берёт начало *задняя кишка*, открывающаяся *анальным отверстием* в центре аборальной стороны диска. У некоторых морских звёзд анальное отверстие отсутствует и задняя кишка слепо замкнута. Морские звёзды в подавляющем большинстве являются хищниками и питаются моллюсками, другими видами иглокожих, мягкими тканями кораллов, некоторые рыбой.

Нервная система состоит из *околоротового нервного кольца (колец)* и отходящих от него *радиальных нервов* соответственно числу лучей. Органами осязания являются амбулакральные ножки и короткие щупальца на кончиках лучей. У основания щупалец находятся примитивные глазки, способные определять яркость света. Органы обоняния и вкуса развиты слабо и представлены многочисленными чувствительными клетками, расположенными на амбулакральных ножках.

Амбулакральная система морских звёзд начинается мадрепоровой пластинкой, от которой берёт начало *каменистый канал*. Он впадает в *околоротовой кольцевой канал*, находящийся под желудком. Кольцевой канал имеет мешковидные придатки — *тидемановы тельца*, назначение которых не вполне ясно. Предполагают, что в них образуются *целомоциты*, способствующие очищению целомической жидкости и амбулакральной системы. От кольцевого канала отходят *радиальные*, ветвящиеся на более мелкие боковые. Последние на оральной стороне образуют полые растяжимые выросты — *амбулакральные ножки*, заканчивающиеся присосками. У основания каждой ножки находится тонкостенный пузырёк — *ампула*. Мадрепоровая пластинка служит для фильтрации воды, поступающей в амбулакральную систему. Далее вода поступает через каменистый канал в кольцевой и радиальные каналы, откуда гонится в ампулы ножек. Благодаря сокращению мышц жидкость перегоняется в ножки, которые от этого сильно вытягиваются, а подошвы ножек соприкасаются с субстратом. После прикосновения ножки к субстрату, сокращаются мышцы подошвы, поверхность её вдавливается, и между подошвой и субстратом образуется разреженное пространство, обуславливающее прикрепление ножки к субстрату. Последующее сокращение прикрепившихся ножек подтягивает тело животного, а жидкость из со-

кратившейся ножки вновь поступает в растянувшуюся к этому времени ампулу. Находящиеся в ампулах клапаны, регулируют наполнение их жидкостью.

Кровеносная система морских звёзд состоит из *околоротового* и *аборального кровеносных колец*, связанных между собой *осевым органом*. Он образован сплетением кровеносных сосудов, отходящих от околоротового кровеносного кольца, *перикардием* и значительным количеством соединительной ткани. Функции осевого органа разнообразны: с помощью пульсирующего перикардия вызывается движение крови, регулируется давление в амбулакральной системе и удаляются ненужные вещества. Кровеносная система представляет скопление лакун в соединительной ткани и разносит по телу питательные вещества.

Специализированных органов выделения у морских звёзд нет. Продукты обмена выводятся наружу *амебоидными клетками*, образующимися в осевом органе и тидемановых железах. Часть продуктов выделения откладывается в коже в виде сколений жёлтых зёрен.

Морские звезды раздельнополы. Половые железы в виде ветвистых гроздевидных мешочков залегают в основании лучей, а их протоки открываются между лучами. Оплодотворение наружное. Из зиготы формируется личинка — *бипиннария*, имеющая двухстороннюю симметрию. После выхода из яйца личинка ведёт планктонный образ жизни, затем оседает на дно и превращается в маленькую морскую звезду.

Морские звёзды обладают высокоразвитой способностью к регенерации: из каждого оторванного луча со временем восстанавливается целое животное.

Класс Морские ежи

Морские ежи имеют сплошной панцирь, образованный известковыми пластинками. Тело снаружи покрыто иглами, различными по своему строению у представителей класса. Морские ежи с округлой формой тела называются правильными, а с сердцевидным или сплюсненным телом — неправильными. Пластинки, образующие панцирь, плотно смыкаются между собой, а в их стенках имеются маленькие отверстия для выхода амбулакральных ножек. Панцирь отсутствует только у ротового и анального отверстий. Снаружи пластинки панциря покрыты тонким слоем кожи. Кроме игл, у морских ежей имеются педицеллярии, служащие для защиты и очистки поверхности тела от посторонних частиц. У некоторых видов в основании педицеллярий находятся ядовитые железы, а их протоки открываются на остриях игл.

Амбулакральная, кровеносная и нервная система аналогичны по своему строению таковым морских звёзд.

Пищеварительная система начинается ртом, расположенным в центре оральной стороны тела. Из ротового отверстия наружу выдаются 5 зубчиков, которые внутри тела формируют *жевательный аппарат*, называемый *аристотелевым фонарём*. Он имеет коническую форму, пятилучевую симметрию и состоит из 5-ти П-образных внутренних выростов панциря. При помощи аристотелева фонаря морские ежи соскребают донные водоросли и мелких животных. От верхней части фонаря внутрь тела отходит длинный кишечник, петлевидно закручивающийся и заканчивающийся анальным отверстием на оральной стороне тела.

Органами дыхания являются 5 пар кожных жабр, расположенные вокруг ротового отверстия.

Морские ежи раздельнополы, гонады находятся ближе к аборальной стороне тела. Оплодотворение наружное, из зиготы развивается планктонная личинка эхиноплутеус.

Икру и половые железы некоторых видов морских ежей употребляют в пищу, цена на которые часто не уступает цене золота.

Класс Голотурии, или Морские огурцы

Голотурии, названные за форму своего тела морскими огурцами, широко распространены в морских водах. Поверхность тела голотурий шероховатая от лежащих в коже известковых иголок — *стикул*. В передней части тела некоторых голотурий заметен венец древовидноразветвлённых *щупалец*, окружающих ротовое отверстие. Размеры морских огурцов составляют от 2-3 см до 1,5 м.

Пищеварительная система состоит из рта, ведущего в длинную и изгибающуюся кишку, которая на заднем конце тела открывается анальным отверстием. В просвет последнего впадают протоки *кювьеровых органов*, выделяющие ядовитую слизь при раздражении животного и нападении на него хищника.

Дыхательная система представлена парой *кишечных лёгких*, расположенных в клоаке и тянущихся к передней части тела животного. Левое лёгкое оплетено густой сетью кровеносных сосудов, обеспечивающих диффузный газообмен.

Нервная, кровеносная и амбулакральная системы по своему строению напоминают таковые морских звёзд.

Среди голотурий встречаются как раздельнополые виды, так и гермафродиты. Оплодотворение наружное. Вышедшая из яйца личинка *аурикулярия* морфологически напоминает личинки морских звёзд. При сильном раздражении голотурии могут выбрасывать наружу собственные внутренности, которые затем заново регенерируют.

Питаются голотурии мелкими организмами при помощи щупалец. Известны виды, ведущие планктонный образ жизни.

В морях Дальнего Востока обитает голотурия дальневосточный трепанг (*Stichopus japonicus*), называемая “морским женьшенем” за свои питательные и лечебные свойства. В Баренцевом море промысловое значение имеет голотурия кукумария (*Cucumaria frondosa*).

Класс Змеехвостки, или Офиуры

Внешне офиуры сходны с морскими звёздами. Тело их состоит из диска и очень подвижных членистых лучей, напоминающие хвосты змей, откуда и произошло название данного класса иглокожих. От морских звёзд офиуры отличаются обособленностью лучей от диска, отсутствием открытых амбулакральных борозд и сильным сокращением полости тела. Количество лучей у змеехвосток обычно составляет 5, реже 6-9 и более. Особенностью морфологии офиур является то, что у них кроме наружного, хорошо развит и *внутренний скелет лучей*, состоящий из от-

дельных члеников. На брюшной стороне тела в каждом членике имеются два отверстия для выхода амбулакральных ножек. Ножки офиур лишены присосок и служат для дыхания. Центральный диск офиур снаружи покрыт пластинками в виде чешуек. В центре диска с оральной стороны помещается рот звездообразной формы с пятью выступами — *челюстями*. За ними в глубине рта находятся *зубы* или *зубные папиллы*. Большинство офиур раздельнополы. Из оплодотворённых яиц развивается пелагическая личинка *офиоплутеус*, которая оседает на дно и превращается в молодую офиуру. Змеехвостки поедают множество мелких морских организмов, а сами, в свою очередь являются пищей для донных рыб.

Класс Морские лилии

Эти морские животные получили своё название за очень необычную форму тела, действительно напоминающую цветок. Одни из них — *стебельчатые морские лилии* — всю жизнь проводят прикрепившись к субстрату особым выростом тела — стебельком. Другие — *бесстебельчатые морские лилии* — ведут свободный образ жизни. Тело морских лилий имеет вид чашечки, от расширенной стороны которой вверх отходят перистые лучи, или руки. Все криноидеи имеют прекрасно развитый известковый скелет. Руки морских лилий состоят из отдельных члеников (позвонков), соединённых между собой мышцами, обеспечивающим их гибкость и подвижность. Оральный диск чашечки покрыт мягкой кожей и фактически лишён скелетных элементов. Кожа его пронизана порами, ведущими в амбулакральную систему. В центре орального диска располагается ротовое отверстие, продолжающееся в пищевод. Последний переходит в желудок, а затем в длинный кишечник, образующий одну или несколько петель. Анальное отверстие открывается с краю диска. Пищей морским лилиям служат мелкие планктонные организмы, улавливаемые при помощи амбулакральных ножек, которые сидят на оральных поверхностях лучей в бороздах. Дыхание морских лилий осуществляется через кожу, амбулакральные ножки и анальное отверстие. Криноидеи — малоподвижные животные, хотя отдельные виды могут проплывать небольшие расстояния в несколько метров. Все морские лилии раздельнополы. Половые железы располагаются у основания лучей. Специальные протоки желез отсутствуют, поэтому зрелые половые продукты выбрасываются наружу через разрывы стенок тела. Из оплодотворённого яйца развивается бочонкообразная личинка *долиолярия*, опускающаяся через 2-3 дня на дно и прикрепляющаяся к субстрату. Личинка метаморфозизирует, проходит ещё две стадии и превращается во взрослое животное.

Морские лилии — самые древние иглокожие животные, хотя впервые описаны в 1765 году под названием “морские пальмы”. В настоящее время известно около 600 видов этих своеобразных животных. Встречаются они как в тропических, так и в арктических и антарктических морских водах, населяя глубины до 10 000 м.

19.3. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Морская звезда

Морская звезда небольших размеров розового цвета. От центральной части тела — диска отходят пять слабовыраженных лучей. На аборальной стороне ближе к центру диска располагается madreporовая пластинка беловатого цвета. С оральной стороны находится ротовое отверстие, а от центральной части по медианным линиям лучей идут углубления — амбулакральные бороздки, усаженные амбулакральными ножками.

Макропрепарат Морской ёж

Тело морского ежа шаровидной формы, покрыто небольшими иглами чёрного цвета. Оральная сторона несколько уплощена, а аборальная выпуклая. В центре оральной стороны располагается рот, из отверстия которого наружу выдаются пять сомкнутых зубов аристотелева фонаря. В меридиональных направлениях тела идет пять рядов амбулакральных ножек.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы:

1. Общая характеристика и систематика иглокожих.
2. Особенности строения морских звёзд.
3. Особенности строения морских ежей и голотурий.
4. Значение иглокожих в природе и жизни человека.

20. Коллоквиум по зоологии беспозвоночных.

20.1. Правила сдачи коллоквиума по зоологии беспозвоночных.

20.1. Правила сдачи коллоквиума по зоологии беспозвоночных

Коллоквиум по зоологии беспозвоночных является итоговым занятием по данному разделу.

Сдача коллоквиума предусматривает оценку знаний студентов по изученным беспозвоночным животным, микро- и макропрепаратам, а также позволяет выявить неувоенный учебный материал. Это позволяет студентам лучше подготовиться к сдаче экзамена по дисциплине.

На коллоквиум выносятся вопросы по определению микро- и макропрепаратов, изучавшихся ранее. Каждому студенту преподаватель предлагает три неэтикетированных микропрепарата и один макропрепарат с целью их самостоятельного определения. По правильно определённым микропрепаратам преподаватель задаёт вопросы, касающиеся морфологии и просит студента поставить указатель окуляра микроскопа на требуемый объект или орган тела животного. При успешном ответе

студента на поставленные вопросы, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы, касающиеся определения макропрепарата, особенностей строения и развития беспозвоночных животных.

Студенты, сдающие коллоквиум, обязаны иметь при себе конспект лекций по дисциплине и рабочую тетрадь для лабораторно-практических занятий. Лекции должны конспектироваться регулярно, рисунки в рабочей тетради должны быть подписаны и обозначены. В случае выполнения этих требований и успешной сдачи коллоквиума студентом, преподаватель оценивает его знания и выставляет оценки в журнал учёта академических занятий. Студенты, не сдавшие коллоквиум, либо получившие неудовлетворительные оценки, обязаны сдать его во время дежурства преподавателя на кафедре в ближайшее время. Студенты, не сдавшие по окончании занятий коллоквиум, к экзамену по зоологии не допускаются.

ЧАСТЬ 4 ХОРДОВЫЕ

Оглавление

21. Хордовые. Головохордовые

21.1. Общая характеристика и систематика.....	4
21.2. Морфологический обзор.....	5
21.3. Систематический обзор.....	7
21.4. Описание макропрепаратов.....	8

22. Круглоротые

22.1. Общая характеристика и систематика.....	10
22.2. Морфологический обзор.....	11
22.3. Систематический обзор.....	12
22.4. Описание макропрепаратов.....	12

23. Рыбы	
23.1. Общая характеристика и систематика.....	14
23.2. Морфологический обзор.....	17
23.3. Систематический обзор.....	21
23.4. Описание микропрепаратов.....	25
23.5. Описание макропрепаратов.....	26
24. Земноводные	
24.1. Общая характеристика и систематика.....	30
24.2. Морфологический обзор.....	31
24.3. Систематический обзор.....	35
24.4. Описание макропрепаратов.....	36
25. Пресмыкающиеся	
25.1. Общая характеристика и систематика.....	38
25.2. Морфологический обзор.....	39
25.3. Систематический обзор.....	44
25.4. Описание макропрепаратов.....	46
26. Птицы	
26.1. Общая характеристика и систематика.....	49
26.2. Морфологический обзор.....	51
26.3. Систематический обзор.....	59
26.4. Описание макропрепаратов.....	59
27. Млекопитающие	
27.1. Общая характеристика и систематика.....	61
27.2. Морфологический обзор.....	63
27.3. Систематический обзор.....	78
27.4. Описание макропрепаратов.....	83
28. Коллоквиум по зоологии позвоночных животных	
28.1. Правила сдачи коллоквиума по зоологии позвоночных.....	85

21. ХОРДОВЫЕ. ГОЛОВОХОРДОВЫЕ

1.1. Общая характеристика и систематика	
1.2. Морфологический обзор	
1.3. Систематический обзор	
1.4. Описание микропрепаратов	

Материальное обеспечение:

- влажные препараты ланцетника; микропрепараты поперечного среза ланцетника;
- микроскопы;
- рисунки

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов и микропрепаратов ланцетника; рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

21.1. Общая характеристика

Животные, относящиеся к Типу Хордовых, имеют осевой скелет в виде хорды — упругого нечленистого тяжа, который развивается в процессе эмбриогенеза из дорсальной стенки кишки, т.е. является продуктом энтодермального происхождения. У высших хордовых хорда заменяется позвонками, образующими позвоночный столб.

Над осевым скелетом располагается нервная трубка эктодермального происхождения. У высших хордовых она проходит под позвонками или внутри них, образуя спинной мозг. Передний отдел нервной трубки образует головной мозг.

Пищеварительная система своей передней частью сообщается с внешней средой двумя рядами отверстий, получивших название жаберных щелей. Они сохраняются на протяжении всей жизни только у низших водных хордовых, а у высших хордовых функционируют только в период эмбрионального развития.

Для хордовых характерен вторичный рот, образующийся путем прорыва стенки гастролы.

Все хордовые — исключительно вторичнополостные (целомические) животные.

Хордовые — животные с двусторонней симметрией тела. Метамерное расположение внутренних органов четко проявляется у низших хордовых. Наружная сегментация тела отсутствует.

Большинство хордовых является свободноживущими животными, только отдельные виды ведут паразитический образ жизни.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Бесчерепные (Acrania)

Класс Головохордовые (Cephalochordata),
или Ланцетники (Amphioxii)

Семейство Бранхиостомиды (Branchiostomidae)

Вид: ланцетник (Branchiostoma lanceolatum)

21.2. Морфологический обзор

Ланцетник — полупрозрачное морское животное с рыбообразной формой тела, длиной 5-8 см. Своё название это животное получило за форму хвостового отдела, по форме напоминающего хирургический инструмент — ланцет.

Тело ланцетника сжато с боков, на спинной стороне тянется складка кожи — *спинной плавник*, в задней части тела переходящий в *хвостовой*. С вентральной стороны проходят две *метаплевральные складки*, достигающие до атриального отверстия. На нижней стороне передней части тела располагается большое *предротное отверстие*, окружённое 10-20 парами *щупалец*.

Кожные покровы ланцетника состоят из 2-х слоёв: наружного и внутреннего. Наружный слой представлен *однослойным цилиндрическим эпителием*, а внутренний — тонким слоем соединительной ткани. Среди эпителиальных клеток кожи имеются *железистые*, выделяющие слизистый секрет, и *чувствительные*, снабжённые осязательными волосками.

Мышечная система ланцетника распределена по телу неравномерно: большая часть её находится на спинной стороне. Мышечный слой представлен двумя продольными тяжами, разделённых на сегменты — *миомеры*. Между ними проходят прослойки соединительной ткани (*миосепты*), разделяющие миомеры между собой. Миомеры левой и правой сторон тела располагаются асимметрично по отношению друг к другу, что значительно облегчает сгибание тела при плавании. На брюшной стороне тела мышечный слой тоньше.

Скелет у ланцетника представлен *хордой*, тянущейся от переднего конца тела к заднему. Снаружи хорда одета плотной оболочкой. Внутренняя часть хорды состоит из волокнистых дисков, перемежающихся с заполненными жидкостью вакуолями. Вокруг хорды располагается слой соединительной ткани, окружающий также и лежащую над ней нервную трубку.

Центральная нервная система представлена *нервной трубкой*, внутри которой находится полость — *невроцель*. В передней части неvroцель расширяется, что эволюционно приравнивается к образованию третьего желудочка головного мозга высших хордовых. Во время личиночного развития ланцетника неvroцель сообщается с внешней средой через отверстие, именуемое *невропором*. У взрослых особей это отверстие зарастает, а на его месте остаётся углубление, называемое *обонятельной ямкой*. В ней концентрируются рецепторные клетки, воспринимающие химический состав воды. Вдоль нервной трубки с каждой стороны тела располагается ряд светочувствительных образований — *глазков Гессе*. Морфологически каждый глазок состоит из двух клеток: светочувствительной и пигментной. Такие органы зрения не позволяют ланцетнику хорошо видеть, а лишь реагируют на степень освещённости. Осязательные клетки разбросаны по всему телу ланцетника.

Периферическая нервная система представлена *спинными* (двигательно-чувствительными) и *брюшными* (двигательными) *нервными волокнами*. К каждому мышечному сегменту от нервной трубки отходит по паре спинных и брюшных нервов.

Пищеварительная и дыхательная системы у ланцетника совмещены. *Рот* располагается на дне окруженной щупальцами *предротовой воронки*. От *глотки* рот отделён мускулистым сфинктером — *парусом*. Глотка обширная и ее стенки прободены многочисленными (до 100) косо расположенными *жаберными щелями*, открывающимися в *околожаберную полость*. В задней части тела околожаберная полость заканчивается отверстием — *атриопором*. Вода через ротовое отверстие поступает в глотку, а оттуда выводится через атриопор. На брюшной стороне глотки тянется желобок, называемый *эндостилем*. Он образован *железистыми* и *мерцательными клетками*. У ротового отверстия эндостиль поднимается на спинную часть глотки и разветвляется на две бороздки, которые затем сливаются и образуют *наджаберную борозду*, тянущуюся до *кишечника*. Железистые клетки эндостиля выделяют слизь, к которой прилипают пищевые частицы. Мерцательные клетки эндостиля движением ресничек продвигают слизь к ротовому отверстию, а затем по наджаберной борозде — к кишечнику. От брюшной стороны передней части кишки отходит полый слепозаканчивающийся вырост, называемый *печеночным*. Дыхание и питание ланцетника происходит пассивно.

Кровеносная система замкнутая, сердца нет, кровь бесцветная. Под глоткой находится способная к сокращениям *брюшная аорта*. От нее ответвляются *приносящие жаберные артерии*, которые в межжаберных перегородках делятся на капилляры. Насыщенная кислородом кровь поступает в *выносящие жаберные артерии*, которые сливаются и образуют пару *корней спинной аорты*. Из них кровь попадает в *спинную аорту*, отдающую ветви к внутренним органам. В переднюю часть тела от корней спинной аорты отходят *сонные артерии*, снабжающие кислородом головной отдел. Насыщенная углекислым газом кровь из передней части тела собирается в парные *передние кардинальные вены*, из задней части тела — в парные *задние кардинальные вены*. Позади глотки передние и задние кардинальные вены соответствующих сторон сливаются и формируют два (левый и правый) *кювьеровых протока*. Сливаясь между собой, они образуют расширение — *венозный синус*, из которого начинается *брюшная аорта*. Венозная кровь от органов пищеварительной системы собирается в *подкишечную вену*, которая в печеночном отростке разветвляется на густую сеть капилляров, образуя *воротную систему печени*. Из печеночного отростка кровь по *печеночной вене* поступает в венозный синус. Роль сердца у ланцетника выполняет пульсирующая *брюшная аорта*.

Выделительная система представлена многочисленными *нефридиями* (до 90 пар), расположенными в полости тела. Одним концом нефридиальная трубочка открывается в околожаберную полость, а другим в целом. Эти от-

верстия (нефростомы) одеты особыми булавовидными клетками — *соленоцитами*. Соленоцит имеет внутри каналец с находящимся в нём мерцательным волоском, движением которого обусловлен ток жидких продуктов метаболизма из целома в околожаберную полость.

Ланцетники раздельнополы. Многочисленные *семенники* и *яичники* (около 25 пар) располагаются равномерно по бокам околожаберной полости. Созревшие половые продукты через разрывы стенок гонад попадают в околожаберную полость и через атриопор выносятся в воду, где и происходит оплодотворение.

Икрометание и оплодотворение яиц происходит вечером. Из зиготы формируются эмбриональные стадии: *бластула* и *гаструла*. Из последней развивается молодое животное.

21.3. Систематический обзор

Ланцетники семейства бранхиостом (*Branchiostomidae*) имеют симметричное строение: половые железы располагаются равномерно по обеим сторонам тела, метаплевральные складки одинаковой длины и заканчиваются позади атриопора. Описано свыше 20 видов этого семейства. Распространены в умеренных широтах на мелководье морей и океанов.

Ланцетники эпигонихты (*Epigonichthyidae*) асимметричны: половые железы располагаются только на правой стороне тела, правая метаплевральная складка переходит в хвостовой плавник, а левая заканчивается позади атриопора. Описано 6 видов этого семейства. Обитают в глубоководных зонах тропических широт Мирового океана.

Ланцетники амфиоксиды (*Amphioxidae*) встречаются только в планктоне и имеют личиночные черты строения: рот расположен на левой стороне и не имеет щупалец, околожаберной полости нет, половые железы недоразвиты. Длина тела составляет 16-20 мм. До настоящего времени нет единого мнения относительно данного семейства: являются ли эти животные личинками ланцетников или представляют собой взрослых особей.

1.4. Описание микропрепаратов

Микропрепарат № 53 Ланцетник

Длина тела около 5 см. Передняя часть тела слегка закруглена, задняя — по форме напоминает ланцет. Тело сжато в латеральном направлении. Ротовое отверстие окружено пучком небольших щупалец.

Микропрепарат № 54 Разрез ланцетника в области жаберного отдела

Покровы тела представлены однослойным цилиндрическим эпителием. Мышцы заметны в виде двух тяжей, проходящих по бокам и соединяющихся

в спинной части тела животного. Между мышцами медиально располагается хорда в виде овала, а над ней — нервная трубка. Среднюю часть внутреннего пространства занимает глотка. Межжаберные перегородки напоминают параллельно идущие овальные образования. Пространства между ними соответствуют жаберным щелям. В нижней части глотки виден эндостиль v-образной формы. Сбоку от глотки находится печеночный вырост в виде перевернутой запятой. Ближе к стенкам тела в целом лежат половые железы.

Микропрепарат № 55 Разрез ланцетника в области кишечника

Мышечный слой более мощный. В целомической полости располагается кишечник, а сбоку от него — печеночный вырост.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика Типа Хордовых.
2. Систематика Бесчерепных.
3. Внешнее строение ланцетника.
4. Строение кожного покрова и мышечной системы ланцетника.
5. Морфология осевого скелета, нервной системы и органов чувств ланцетника.
6. Особенности строения пищеварительной и дыхательной систем ланцетника.
7. Кровеносная система ланцетника.
8. Выделительная и половая системы ланцетника.
9. Развитие ланцетника.
10. Эволюция хордовых.

22. КРУГЛОРОТЫЕ

22.1. Общая характеристика и систематика

22.2. Морфологический обзор

22.3. Систематический обзор

22.4. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты круглоротых;
- рисунки, слайды

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов круглоротых, рисунков, их зарисовка;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

22.1. Общая характеристика

1. Рот помещается в глубине присасывательной воронки, настоящие челюсти отсутствуют.

2. Кожа голая, без чешуи, богата слизистыми железами.

3. Носовое отверстие одно, непарное.

4. Органы дыхания представлены 5-15 парами жаберных мешков.

5. Висцеральный скелет хрящевой, осевой скелет образован хордой, внутри которой залегает спинной мозг.

6. Круглоротые являются хищниками, некоторые ведут паразитический образ жизни.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Черепные (Craniata), или Позвоночные (Vertebrata)

Надкласс Бесчелюстные (Agnatha)

Класс Круглоротые (Cyclostomata)

Подкласс Миноги (Petromyzontes)

Отряд Миногообразные (Petromyzontiformes)

Вид: минога европейская ручьевая (*Lampetra fluviatilis*)

Подкласс Миксины (Muxini)

Отряд Миксинообразные (Muxiniformes)

Вид: миксина обыкновенная (*Muxine glutinosa*)

22.2. Морфологический обзор

Круглоротые обладают червеобразной или угревидной формой тела. Из плавников у миног развиты два спинных и хвостовой, миксины спинного плавника не имеют.

Кожа круглоротых напоминает по своему строению кожу ланцетника. Слизь, выделяемая железистыми клетками, облегчает плавание и проникновение в тело жертвы.

Мышечная система состоит из отдельных миомеров, по форме напоминающих латинскую букву W, лежащую на боку. Соседние миомеры отделены друг от друга прослойками соединительной ткани — миосептами. В области головы и жаберной полости выделяют висцеральную мускулатуру, образующую сложную систему мышц предротовой воронки, языка и жаберных мешков.

Осевой скелет представлен хордой. Она окружена соединительной тканью и в передней части тела имеет небольшие палочковидные хрящики, представляющие собой зачаточные дуги позвонков. Мозговой череп круглоротых представляет собой разрастание хорды в виде парных пластинок из хрящевой ткани (парахордалий). Висцеральный череп включает скелет предротовой воронки, жаберную решетку и околосоудный хрящ. Жаберная решетка состоит из 9-ти вертикальных и 4-х продольных хрящевых балочек, сливающихся в точках пересечения. К жаберной решетке прирастает околосоудный хрящ, охватывающий сердце сзади и с боков.

Пищеварительная система начинается предротовой воронкой, более развитой у миног. На внутренней поверхности воронки находятся роговые зубчики и зубные пластинки. Размеры, форма и расположение роговых образований предротовой воронки имеет систематическое значение. Ротовое отверстие располагается в глубине воронки, снизу оно ограничено вершиной языка, несущего 1-2 крепких роговых зуба или зубную пластинку. Минога присасывается к добыче и вершиной языка пробуравливает ее кожу. Парные слюнные железы, расположенные под вершиной языка, выделяют антикоагулянты и протеолитические ферменты. Эти вещества препятствуют свертыванию крови и растворяют белки. Такое своеобразное и несвойственное позвоночным внешнекишечное пищеварение позволяет круглоротым питаться достаточно крупной добычей. Содержимое жертвы всасывается в ротовую полость, объём которой может значительно увеличиваться. Стенки глотки имеют отверстия, открывающиеся в жаберные мешки. При засасывании пищи эти отверстия закрываются сфинктерами и пища поступает в кишечник. У личинок миног в начальной части глотки функционирует эндостиль.

22.3. Систематический обзор

Бесчелюстные — древняя группа позвоночных животных, более многочисленная в геологическом прошлом. Класс Круглоротые в настоящее время представлен двумя подклассами: Миноги и Миксины.

Подкласс Миксины (Muxini)

Включает Отряд Миксинообразные (Muxiniformes) с единственным Семейством Миксиновые (Muxinidae). Данное семейство состоит из 4 родов: собственно миксины, тонкотелые миксины, пиявкоротые миксины и парамиксины. В роду миксины насчитывают до 10 видов, тонкотелые миксины представлены одним видом, пиявкоротые — пятью, а парамиксины — тремя видами. Миксины обитают в умеренных и субтропических морских водах, изредка заходя в опресненные участки. Миксины — ночные животные, питаются донными беспозвоночными, нападают на ослабленных и больных рыб. Некоторые виды миксин имеют промысловое значение.

Подкласс Миноги (Petromyzones)

Включает Отряд Миногообразные (Petromyzontiformes) с тремя семействами: миноговые, мордациевые и геотриевоы. Известно 32 вида миног. Эти животные обитают как в пресных, так и в морских водах, причем некоторые виды поднимаются на нерест вверх по рекам. В водоемах Беларуси известно 2 вида миног: украинская и ручьевая. Обитавшая ранее речная минога до постройки Каунасской ГЭС изредка поднималась вверх по Неману и реке Лососне. Во взрослом состоянии миноги ведут паразитический образ жизни, питаясь мясом и кровью рыб. Личинки миног — пескоройки — обитают на заиленных участках рек и ручьев со слабым течением, в небольших заливах и за-

токах. Постоянно зарываются в ил, в толщу воды выходят редко и только единичными экземплярами. Пескоройки активно питаются детритом и мелкими водорослями. Промысловое значение миног невелико.

22.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Минога ручьевая

Форма тела миноги цилиндрическая, веретеновидная. В длину достигает 11-19 см. Оба спинных плавника соединены между собой. Рот воронкообразный, в виде присоски, имеет от 7 до 9 тупых зубов. На верхней стороне головы расположено непарное носовое отверстие. Позади глаз открываются 7 пар отверстий жаберных мешков. Кожа голая, без чешуи.

Макропрепарат Минога речная

Длина тела миноги 40-50 см. В отличие от ручьевой миноги, обитает в морях Северной Атлантики и Ледовитого океана, а на нерест заходит в реки. Ротовая воронка продолговатой формы, на нижней губной пластинке 7 зубов. Спинные плавники высокие.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика Класса Круглоротые.
2. Систематика круглоротых.
3. Особенности морфологии круглоротых.
4. Биологическое разнообразие круглоротых.
5. Значение круглоротых в природе и жизни человека.

23. РЫБЫ

23.1. Общая характеристика и систематика

23.2. Морфологический обзор

23.3. Систематический обзор

23.4. Описание микропрепаратов

23.5. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты круглоротых и рыб;
- рисунки, слайды;
- видеофильм “Встречи с акулами”

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов рыб, рисунков, их зарисовка;
- демонстрация отрывков из видеофильма “Встречи с акулами”;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

23.1. Общая характеристика

1. Рыбы — типичные водные животные, дышащие жабрами и передвигающиеся с помощью выростов тела — плавников.

2. Тело у большинства рыб покрыто чешуей.

3. Для рыб характерно наличие челюстей, с помощью которых они захватывают пищу.

4. Скелет рыб построен из хрящевой или костной тканей.

5. Пищеварительный тракт дифференцирован: у большинства видов обособлен желудок, кишечник разделяется на тонкий и толстый отделы.

6. Органами дыхания рыб являются жабры, некоторые представители имеют добавочные органы дыхания, способные усваивать атмосферный кислород.

7. Кровеносная система замкнутая, с одним кругом кровообращения. У двоякодышащих рыб намечается образование второго, легочного круга кровообращения.

8. Нервная система состоит из центральной (головной и спинной мозг) и периферической (отходящие от головного и спинного мозга нервы). Органы чувств представлены обонятельными мешками, вкусовыми почками, осязательными тельцами, боковой линией, электрическими органами.

9. Органами выделения служат туловищные почки, мочеточники, мочевой пузырь.

10. Половые железы (яичники и семенники) парные, висят на брюшке над почками. Размножаются рыбы в воде, оплодотворение наружное, реже внутреннее.

11. Для рыб характерно появление селезенки — органа, выполняющего функции депо крови и образующего ее форменные элементы.

12. Гидростатические функции у костных рыб выполняет особый орган, заполненный газом — плавательный пузырь.

13. Среди рыб встречаются как хищники, так и растительноядные.

14. Населяют рыбы пресные, солоноватые и морские водоемы при температуре воды от -2 до $+55^{\circ}\text{C}$.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Надкласс Челюстноротые (Gnathostomata), или Рыбы (Pisces)

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)

Подкласс Пластинчатожаберные (Elasmobranchii)

Надотряд Акулы (Selachomorpha)

Виды: катран черноморский (*Squalus acanthias*)

акула белая (*Carcharodon carcharias*)

Надотряд Скаты (Batomorpha)

Виды: скат хвостокол (*Dasyatis pastinaca*)

скат электрический обыкновенный (*Torpedo marmorata*)

Класс Костные рыбы (Osteichthyes)

Подкласс Лопастеперые рыбы (Sarcopterygii)

Надотряд Кистеперые (Crossopterygii)

Отряд Целагантообразные (Coelacanthiformes)

Вид: латимерия (*Latimeria chalumnae*)
Надотряд Двоякодышащие рыбы (*Dipnoi*)
Виды: чешуйчатник (*Lepidosiren paradoxa*)
 протоптер (*Protopterus annectens*)
 рогозуб (*Neoceratodus forsteri*)
Подкласс Лучеперые рыбы (*Actinopterygii*)
Надотряд Ганоидные (*Ganoidomorpha*)
Отряд Осетрообразные (*Acipenseriformes*)
Виды: белуга (*Huso huso*)
 стерлядь (*Acipenser ruthenus*)
 осетр атлантический (*Acipenser sturio*)
Надотряд Клюпеоидные (*Clupeomorpha*)
Отряд Сельдеобразные (*Clupeiformes*)
Виды: сельдь атлантическая (*Clupea harengus*)
 килька каспийская (*Clupeonella cultriventris*)
Отряд Лососеобразные (*Salmoniformes*)
Виды: лосось каспийский (*Salmo trutta caspius*)
 форель ручьевая (*Salmo trutta fario*)
 горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*)
Подотряд Щуковидные (*Esocidae*)
Вид: щука обыкновенная (*Esox lucius*)
Надотряд Ангвиллоидные (*Anguillomorpha*)
Отряд Угреобразные (*Anguilliformes*)
Виды: угорь европейский (*Anguilla anguilla*)
 мурена средиземноморская (*Muraena helena*)
Надотряд Циприноидные (*Cyprinomorpha*)
Отряд Карпообразные (*Cypriniformes*)
Виды: карп (*Cyprinus carpio*)
 плотва (*Rutilus rutilus*)
 лещ (*Abramis brama*)
 карась золотой (*Carassius carassius*)
Отряд Сомообразные (*Siluriformes*)
Вид: сом европейский (*Silurus glanis*)
Надотряд Параперкоидные (*Parapercomorpha*)
Отряд Трескообразные (*Gadiformes*)
Виды: треска атлантическая (*Gadus morhua*)
 минтай (*Theragra chalcogramma*)
 налим обыкновенный (*Lota lota*)
Надотряд Перкоидные (*Percomorpha*)
Отряд Колюшкообразные (*Gasterosteiformes*)
Виды: колюшка трехиглая (*Gasterosteus aculeatus*)
 морская игла (*Syngnathus typhle*)

- морской конек (*Hippocampus ramulosus*)
- Отряд Кефалеобразные (*Mugiliformes*)
- Виды: остронос (*Mugil saliens*)
- барракуда (*Sphyraena sphyraena*)
- Отряд Окунеобразные (*Perciformes*)
- Виды: окунь речной (*Perca fluviatilis*)
- ерш обыкновенный (*Gymnocephalus cernua*)
- судак обыкновенный (*Lucioperca lucioperca*)
- Отряд Камбалообразные (*Pleuronectiformes*)
- Виды: камбала желтоперая (*Limanda aspera*)
- язык морской (*Solea nasuta*)

23.2. Морфологический обзор

Надкласс Челюстноротые включает в себя два класса: Хрящевые и Костные рыбы.

К хрящевым рыбам относятся акулы, скаты и химеры. Для них характерно наличие *хрящевого скелета*, иногда обызвествленного. Верхняя челюсть соединяется с черепной коробкой связками из соединительной ткани или хрящами. Кожа покрыта *плакоидной чешуей*, являющейся эволюционно наиболее древней. Каждая чешуйка состоит из основания в виде пластинки над которой возвышаются один или несколько зубцов, покрытых твердым веществом — эмалью. У некоторых хрящевых рыб кожа голая, т.е. полностью лишена чешуи. Разновидностью плакоидных чешуй являются *челюстные зубы*, состоящие из дентина и покрытые сверху эмалью. Зубы располагаются на челюстях рядами, но функционирующим является лишь передний ряд, тогда как зубы остальных рядов загнуты внутрь и замещают передние при выпадении. Разнообразна и форма зубов: треугольная, коническая, шиловидная, бугорчатая, с одной или несколькими вершинами. Жаберных крышек нет, позади головы открываются 5-7 жаберных щелей. *Жаберные лепестки* имеют вид пластин, откуда и произошло название подкласса “пластин-чатожаберные”. Важными анатомическими особенностями хрящевых рыб является наличие *артериального конуса* в сердце и *спирального клапана* в кишечнике. Артериальный конус представляет собой особый отдел сердца, расположенный впереди желудочка и способный к самостоятельным сокращениям. Спиральный клапан — вырост слизистой оболочки кишечника, образующий от 4 до 50 оборотов, что увеличивает всасывательную поверхность пищеварительного тракта. Оплодотворение у хрящевых рыб внутреннее, достигающееся при введении самцом *птеригоподий* (парного копулятивного органа) в клоаку самки. Птеригоподии представляют собой видоизмененную заднюю часть анального плавника. Хрящевые рыбы способны к откладке яиц, живорождению и яйце-

живорождению. В первом случае, покрытые скорлупой яйца прикрепляются к подводным предметам или откладываются на дно. Большая часть хрящевых рыб является яйцеживородящими, т.е. яйца находятся в задних отделах яйцеводов до вылупления из них молоди. Живородящие акулы имеют в матке примитивную плаценту и рожают детенышей, способных вести самостоятельную жизнь и питаться. Форма тела хрящевых рыб отвечает условиям их обитания. Большинство акул обладает торпедообразным телом, т.к. ведут пелагический образ жизни, а среди скатов преобладают животные с плоским телом, обитая на дне. Размеры хрящевых рыб составляют от 15 см до 20 метров. Пластинчатожаберные — древние рыбы, они известны в ископаемом состоянии с юрского периода, т.е. около 150 млн. лет назад.

Костные рыбы, в отличие от хрящевых, населяют не только морские, но и пресные водоемы. Форма тела у них самая разнообразная: стреловидная (сарган), плоская (камбала), торпедообразная (щука), шаровидная (еж-рыба), лентовидная (сельдяной король), змеевидная (угорь) и т.д.

Тело делится на голову, туловище и хвост. Границей между головой и туловищем служит *жаберная щель*, а между туловищем и хвостом — анальное отверстие. На переднем конце головы располагается рот, а по ее бокам — глаза. Впереди них и несколько выше лежат парные *ноздри*. Органами передвижения костных рыб являются *плавники*. Различают парные (грудные, брюшные) и непарные (спинные, анальный и хвостовой) плавники. *Лучи плавников* соединены между собой тонкой кожистой перепонкой. Хвостовой плавник имеет одинаковые по размерам верхнюю и нижнюю лопасти (*гомоцеркальный*), тогда как хрящевые рыбы имеют *гетероцеркальный* хвостовой плавник. Впереди анального плавника у костных рыб обособленно открываются три отверстия: половое, выделительной системы и половое. Вдоль тела от жаберной крышки до хвостового плавника тянется в виде пунктирной полоски *боковая линия* — орган чувств, воспринимающий механические колебания среды.

Тело костных рыб покрыто чешуей, состоящей из полупрозрачных костных пластинок, залегающих в коже. Каждая чешуйка своим передним краем находится в углублении соединительнотканного слоя кожи. Налегая друг на друга в виде черепицы, чешуйки формируют сплошной слой, защищающий кожу. Отдельные виды костных рыб частично или полностью лишены чешуи. В эпителиальном слое кожи рыб располагаются железы, выделяющие слизь. Она способствует уменьшению трения тела рыбы о воду и выполняет бактериостатические функции. Различают *циклоидную* (с гладким внешним краем) и *ктеноидную* (с зазубренным внешним краем) чешую. Размер чешуи зависит от возраста рыбы и особенностей ее роста.

Скелет костных рыб устроен значительно сложнее, чем хрящевых. Позвоночник состоит из *амфицельных* костных позвонков, имеющих верхние и нижние дуги. Верхние дуги смыкаются, образуя спинномозговой канал. К

нижним дугам прикрепляются рёбра, свободно оканчивающиеся в мышечном слое. Череп костный, сложного строения, состоит из мозгового и висцерального отделов. Скелет грудных плавников состоит из палочковидных косточек — *радиалий*, располагающихся в несколько рядов. К радиалиям прикрепляются костные лучи. Пояс передних конечностей представлен коракоидными костями и “лопат-ками”. К ним прикрепляются большая серповидная и кости второго пояса, сочленяющиеся с мозговой частью черепа. Скелет брюшных плавников представлен кожными костными лучами, *базалии* и радиалии полностью отсутствуют. Пояс задних конечностей лежит в мускулатуре в виде парной вытянутой пластинки.

Пищеварительная система костных рыб несколько упрощена, по сравнению с таковой хрящевых рыб. Ротовая полость и глотка отграничены слабо, пищевод короткий. У рыб, потребляющих в качестве пищи растительный материал, желудок выражен слабее, чем у рыб, питающихся животной пищей. Кишечник слабо дифференцирован на отделы, спирального клапана нет. В начале кишечника у большинства костных рыб имеются *слепые, или пилорические отростки*. Число пилорических отростков различно, от 3 до 200. Печень имеет несколько лопастей, желчный пузырь, проток которого открывается в передний отдел кишечника. *Поджелудочная железа* в виде мелких долек, лежащих на брыжейке, либо отсутствует. Заканчивается кишечник анальным отверстием.

Орган гидростатического равновесия — *плавательный пузырь* — имеется у большинства костных рыб. При эмбриональном развитии он возникает как вырост дорсальной части пищеварительной трубки. По мере дальнейшего развития плавательный пузырь либо остается сообщаемым с пищеводом (*открытопузырные рыбы*), либо утрачивает эту связь (*закрытопузырные рыбы*). Пузырь заполнен смесью газов, среди которых преобладает углекислый газ. Объём газов в плавательном пузыре может изменяться при его сжатии, расширении, что сопровождается поглощением и выделением газов густой сетью капилляров.

Органами дыхания рыб являются жабры. Каждая жабра состоит из костного образования — *жаберной дуги*. На ней располагаются эпителиальные выросты: *жаберные лепестки* и *жаберные тычинки*. Лепестки находятся со стороны большой кривизны жаберной дуги и своими вершинами направлены в сторону жаберной щели. Жаберные тычинки располагаются со стороны малой кривизны жаберной дуги и своими вершинами направлены внутрь жаберной полости. У большинства рыб жаберные лепестки длиннее, чем тычинки. Те и другие снабжены обильной сетью кровеносных капилляров. Межаберных перегородок у костных рыб нет, количество жаберных дуг обычно составляет 4 пары. Жаберная полость снаружи защищена жаберной крышкой, а с внешней средой сообщается при помощи жаберной щели. Дыхание осуществляется движением жаберных крышек и заглатыванием воды ртом, откуда

вода поступает в жаберную полость и выталкивается через жаберную щель наружу.

Кровеносная система костных рыб имеет ряд отличий от таковой хрящевых. Артериальный конус отсутствует, либо слабо выражен. Брюшная аорта по выходе из желудочка образует вздутие из гладкой мышечной ткани — *луковицу брюшной аорты*. Приносящих и выносящих жаберных артерий 4 пары (соответственно количеству жабр). Правая кардинальная вена непрерывная, поэтому только левая образует в почке воротную систему кровообращения. Из желудочка насыщенная углекислым газом кровь поступает в луковицу брюшной аорты, а затем в саму аорту. Оттуда кровь по приносящим жаберным артериям движется в жабры, где артерии разветвляются на капилляры. В них происходит газообмен и насыщенная кислородом кровь поступает в выносящие жаберные артерии, которые сливаясь, образуют левую и правую корни спинной аорты. От них к голове ответвляются сонные артерии. В передней части тела дуги спинной аорты отдают две подключичные артерии, затем сливаются и образуют спинную аорту. От нее к органам пищеварения отходит кишечная артерия, а к органам выделительной системы — почечные артерии. В задней части тела от спинной аорты ответвляются парные подвздошные и непарная хвостовая артерии. Венозная кровь от головы движется по яремным венам, от передней части туловища — по подключичным венам. Эти сосуды сливаются и образуют передние кардинальные вены. Из задней части тела венозная кровь движется по хвостовой вене, которая разделяется на две почечные вены, образующие в почках капиллярную венозную сеть — воротную систему почек. Из почек выходят две задние кардинальные вены, сливающиеся с передними кардинальными венами и формирующие поперечные кювьеровы протоки. От органов пищеварения венозная кровь течет по подкишечной вене в печень, образуя там воротную систему печени. Из нее кровь по печеночной вене поступает в расширение — *венозный синус*, в который открываются кювьеровы протоки. Из венозного синуса кровь движется к предсердию, а из него — в желудочек. Таким образом, рыбы имеют замкнутую кровеносную систему с одним кругом кровообращения.

Нервная система костных рыб устроена более примитивно, чем хрящевых. Объем головного мозга костных рыб меньше, крыша переднего мозга не содержит нервной ткани. Средний мозг и мозжечок, напротив, более крупные. Органы зрения рыб — глаза — расположены у большинства представителей по бокам головы. Роговица глаза плоская, хрусталик круглой формы, поэтому передняя камера глаза небольшая. В полость глазного яблока вдается серповидный отросток сосудистой оболочки, прикрепленный своей передней частью к задней стенке хрусталика. При сокращении мышечных волокон отростка хрусталик перемещается относительно сетчатки, что позволяет рыбам аккомодировать зрение, т.е. видеть предметы вблизи себя и на значительном удалении. Органом слуха является внутреннее ухо с перепончатым лабирин-

том и тремя полукружными каналами. Внутреннее ухо заключено в костную капсулу, а его полость заполнена эндолимфой, где во взвешенном состоянии находятся отолиты — небольшие известковые кристаллы. Органы обоняния — ноздри — расположены впереди глаз и продолжаются носовыми ходами, сообщающимися с полостью глотки. Стенка носовых ходов содержит обонятельные рецепторные клетки. Органами вкуса являются вкусовые почки. Это группы клеток, оплетенные нервными окончаниями. Располагаются в ротовой полости, на языке. Органы осязания представлены боковой линией и механическими рецепторами в поверхностном слое кожи.

Выделительная система состоит из *туловищных почек*, мочеточников и мочевого пузыря. Почки длинные, лентовидные, располагаются над плавательным пузырем. Из почек выходят мочеточники, сливающиеся в мочевыделительный канал, открывающийся на конце мочеполювого сосочка. У некоторых рыб мочевыделительный канал впадает в *мочевой пузырь*, открывающийся наружу.

Половая система костных рыб имеет ряд особенностей. *Парные семенники* у самцов и *непарный яичник* у самок имеют внутри полость и открываются на мочеполювом сосочке обособленно от канала выделительной системы. У самок отсутствуют мюллеровы каналы, а семенники у самцов не связаны с почками. Оплодотворение у костных рыб наружное, реже внутреннее. Икра выметывается порционно, либо вся сразу. Среди морских окуней рода *Serranus* и *Merou* отмечены случаи *ложного гермафродизма*, когда через определенное время полностью изменяется пол рыбы на противоположный.

23.3. Систематический обзор

Класс Костные рыбы (*Osteichthyes*) делится на два подкласса: Лопастеперые (*Sarcopterygii*) и Лучеперые (*Actinopterygii*).

К первому подклассу принадлежит Отряд Целакантообразные (*Coelacanthiformes*) с единственным, дожившим до нашего времени видом — латимерией (*Latimeria chalumnae*). Эта кистеперая рыба была поймана в декабре 1938 года в Индийском океане вблизи берегов Южной Африки перед устьем реки Халумна на глубине 70 метров. Кистеперые рыбы были широко распространены в палеозойскую и мезозойскую эры. Они имеют своеобразное строение парных плавников, выражающееся в наличии мощной мускулатуры и развитого скелета на конечностях. Кроме жабр, кистеперые обладали и примитивно устроенными легкими, что позволяло им хорошо переносить недостаток кислорода в водоемах. Тело кистеперых рыб покрыто особыми космоидными чешуями, представляющие собой толстые округлые или ромбические пластинки, покрытые сверху космином (разновидность дентина) и тонким слоем эмали. Первоначально, в палеозойскую эру, кистеперые населяли пресные водоемы, а затем приспособились к жизни в море.

К лопастеперым рыбам относится и Надотряд Двоякодышащие (*Dipnoi*). Это древняя группа рыб, приспособившихся к жизни в водоемах с дефицитом кислорода. Отличительными морфологическими признаками двоякодышащих являются: хрящевый, слабоокостеневший скелет; слабо развитый позвоночник; отсутствие верхнечелюстных костей; спиральный клапан кишечника; пульсирующий артериальный конус в сердце; нитевидные или лопастевидные плавники; дифицеркальный (одновершинный) хвостовой плавник. Самой замечательной особенностью двоякодышащих рыб является их способность к дыханию не только с помощью жабр, но и при помощи примитивных легких. Это один или два пузыря, открывающихся на брюшной стороне пищевода. Эти образования являются гомологами плавательного пузыря костных рыб. Надотряд Двоякодышащие включает два отряда: Однолегочные (*Monopneumones*) и Двулегочные (*Dipneumones*). К первому отряду относится единственный представитель — австралийский неоцератод, или рогозуб (*Neoceratodes forsteri*). Эта рыба достигает длины 180 см и обитает в реках на севере Австралии. Она имеет один легочной мешок и хорошо развитые жабры. Питается неоцератод ракообразными, моллюсками и червями. Представителями двулегочных двоякодышащих являются африканский протоптерус и южноамериканский лепидосирен. Эти рыбы имеют парный легочной мешок, частично редуцированные жабры и нитевидные парные плавники. К Отряду Двулегочных относятся несколько видов Рода Протоптерус (*Protopterus*) и один вид Рода Лепидосирен (*Lepidosiren*). Протоптерусы достигают в длину до 140 см, лепидосирен — 125 см. Первые распространены в тропической Африке, а лепидосирены обитают в бассейне Амазонки. Характерными особенностями морфологии двулегочных являются: наличие парного легкого, частичная редукция жабр и слабое развитие парных плавников. Протоптерус при пересыхании водоема зарывается в ил, его кожа выделяет большое количество слизи, которая, застывая, образует подобие капсулы, где животное и переносит неблагоприятный период. В это время рыба переходит полностью на легочное дыхание. Личинки протоптеруса имеют хорошо развитые наружные жабры, рудиментарно сохраняющиеся и у взрослых животных.

Второй подкласс, входящий в Класс Костные рыбы — Подкласс Лучеперые рыбы (*Actinopterygii*). Рассмотрим наиболее важные отряды лучеперых рыб.

Отряд Осетрообразные (*Acipenseriformes*) включает представителей наиболее древней группы лучеперых. Эти рыбы имеют много признаков, сближающих их с хрящевыми рыбами: ротовое отверстие располагается снизу головы в виде поперечной щели, хвостовой плавник гетероцеркальный, скелет частично костный, в кишечнике выражен спиральный клапан, сердце с артериальным конусом. С другой стороны, осетрообразные имеют ряд признаков, присущих костным рыбам: окостеневшие части скелета, наличие жаберной крышки, плавательного пузыря, оплодотворение наружное. Для представите-

лей этого отряда характерно наличие крупных костных бляшек (жучек), расположенных в виде пяти продольных рядов на теле рыбы. Отряд включает два семейства: Осетровые (*Acipenseridae*) и Веслоносы (*Polyodontidae*). К первому принадлежит большинство видов отряда, имеющих важное промысловое значение: русский, сибирский и амурский осетры, севрюга, стерлядь, белуга, калуга, лжелопатоносы. Веслоносы обладают своеобразным рылом в виде лопасти весла, кожа без чешуи. Обитают в реках Северной Америки и Юго-Восточной Азии. Осетрообразные являются как чисто пресноводными (стерлядь, балтийский осетр), так и проходными рыбами (белуга, калуга, севрюга и др.). Осетровые имеют большое промысловое значение. В реках Беларуси встречаются стерлядь и балтийский осетр, хотя численность их низкая. В настоящее время всё большую актуальность приобретают методы заводского выращивания и разведения осетровых.

Отряд Сельдеобразные (*Clupeiformes*) включает большое число видов рыб, обитающих в море или заходящих на нерест в реки. Морфологически для данного отряда характерны: циклоидная чешуя, плавательный пузырь открытого типа (связан с пищеводом), слабо окостеневший череп, мягкие лучи плавников. Представители данного отряда имеют важное промысловое значение. В Белом и Баренцевом морях обитают беломорская и океаническая сельди, в Каспийском море — волжская сельдь, черноспинка, каспийский пузанок, тюлька; в Черном море — черноморская сельдь, азовский пузанок, килька. Японское море богато тихоокеанской сельдью. В морском рыбном промысле сельдеобразные занимают первое место среди остальных вылавливаемых рыб.

Отряд Лососеобразных (*Salmoniformes*) включает рыб, у которых на спине имеется мягкая кожная складка — жировой плавничок. Лососеобразные являются типичными проходными рыбами, растущие и созревающие в море, а на нерест идущие в реки. Только некоторые лососевые постоянно обитают в пресной воде. Наибольшее число видов данного отряда встречается в морях и реках Дальнего Востока (кета, горбуша, нерка, чавыча и др.), западного побережья Северной Америки. Такие лососевые как сизи, омули, таймени и форели являются оседлыми пресноводными видами. Отдельные виды лососевых рыб искусственно разводят на рыбзаводах.

Подотряд Щукообразные (*Esocidae*) представлен небольшим количеством видов (10). Это хищные рыбы с хорошо развитыми, вытянутыми вперед челюстями, вооруженными большим количеством острых зубов. Плавательный пузырь сообщается с кишечником. Обыкновенная щука поедает другие виды рыб, лягушек, птенцов водоплавающих птиц.

Отряд Угреобразные (*Anguilliformes*) включает 350 видов как морских, так и пресноводных рыб. Они обладают удлинённым змеевидным телом; спинной, хвостовой и анальный плавники слиты между собой. Плавательный пузырь сообщается с кишечником. Речной угорь является проходной рыбой, мигрируя на нерест в Саргассово море. Течением Гольфстрима личинки угрей

приносит к берегам Европы или Северной Америки, где они поднимаются вверх по рекам. В настоящее время естественный ход миграций угря сильно нарушен построенными на реках плотинами.

Отряд Карпообразные (Cypriniformes) включает рыб с хорошо окостеневшим черепом, открытым плавательным пузырем и мягкими лучами плавников. Преимущественно пресноводные рыбы. Семейство Карповые (Cyprinidae) характеризуется отсутствием зубов на челюстях и наличием глоточных зубов, расположенных на последней жаберной дуге. Эти зубы служат для дробления твердых покровов беспозвоночных животных. Карповые — важнейшая группа искусственно разводимых рыб в пресных водах.

Отряд Сомообразные (Siluriformes) включает рыб, у которых отсутствует настоящая чешуя, зубы челюстные. Являются типичными хищниками. Обыкновенный сом может достигать веса 250-300 кг. Это важный промысловый вид, численность которого в водоемах Беларуси сокращается из-за их загрязнения.

Отряд Трескообразные (Gadiformes) представлен пресноводными и морскими рыбами. В водоемах нашей республики из тресковых встречается налим, тогда как остальные виды отряда — морские животные. Из последних наиболее важными промысловыми видами являются: навага, треска, сайка, сайда, пикша. Большинство трескообразных ведет придонный образ жизни, иногда заходя в предустьевые пространства рек. В печени этих рыб содержится большое количество витамина D, ее используют для получения медицинского рыбьего жира.

Отряд Колюшкообразные (Gasterosteiformes) включает мелких рыб, передняя часть спинного плавника которых несет острые шипы, а брюшные плавники снабжены колючками. Чешуя в виде костных пластинок или щитков. Колюшкообразные обитают в пресных, солоноватых и морских водах северного полушария. Икру откладывают в специально построенное гнездо из кусочков водных растений. В реках Беларуси обитают два вида: трехиглая и девятииглая колюшки. Из морских представителей сюда относятся морские иглы и коньки. Промыслового значения не имеют.

Отряд Кефалеобразные (Mugiliformes) полностью состоит из морских видов, обитающих в умеренных, субтропических и тропических водах. В Черном и Азовском морях ведут промысловый лов трех видов кефалей: лобана, сингиля и остроноса. Большие кочующие косяки этих рыб заходят в эстуарии рек, лиманы, лагуны и соленые озёра, сообщаемые с морем. Кефаль остронос успешно акклиматизирована в Каспийском море, вместе с черноморскими креветками, служащими ей пищей.

Отряд Окунеобразные (Perciformes) включает три семейства: Окуневые (Percidae), скумбриевые (Scombridae) и бычковые (Gobiidae). Это морские, солоноватоводные и пресноводные рыбы, у которых часть плавниковых лучей в виде нерасчлененных острых шипов. Плавательный пузырь с кишечником не

сообщается. Из окуневых промысловое значение имеют ерш, окунь, судак, берш, морские окуни. Скумбриевые — морские рыбы, населяющие теплые воды Мирового океана. Являются важными объектами промысла. Представители семейства бычковых встречаются в морских, реже пресных водах. Это небольшие рыбы, ведущие придонный образ жизни. В Черном, Азовском и Каспийском морях являются объектами промысла.

Отряд Камбалообразные (Pleuronectiformes) представлен типично донными, морскими, реже пресноводными рыбами. Тело сильно сжато с боков, глаза располагаются на одной из сторон тела. Плавательный пузырь чаще отсутствует. Верхняя часть тела окрашена темнее, нижняя — белого или желтоватого цвета. Встречаются в морях всех климатических зон, регулярно мигрируют на расстояния 100-200 км. Питаются донными беспозвоночными. Являются ценными промысловыми объектами.

23.4. Описание микропрепаратов

Микропрепарат № 56 Циклоидная чешуя

Чешуя округлой формы, без выростов по внешнему краю. На чешуйке видны интенсивно окрашенные годовые кольца. Для точного установления возраста рыбы чешуйки необходимо обрабатывать 10%-ным раствором нашатырного спирта.

Микропрепарат № 57 Ктеноидная чешуя

Чешуя округлой формы с выростами по внешнему краю пластинки.

23.5. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Окунь речной

Туловище рыбы широкое, слегка сгорблено позади головы. Спина темно-зеленого цвета, бока зеленовато-желтые, брюхо желтоватое. Поперек тела проходят 5-9 поперечных темных полос. Хвостовой, анальный и брюшной плавники ярко-красного цвета, грудные плавники желтые, первый спинной плавник сизый, с большим черным пятном. На челюстях имеются многочисленные мелкие зубы. Средняя длина тела окуня обычно не превышает 25-30 см.

Макропрепарат Ерш обыкновенный

Формой тела напоминает окуня, но первый спинной плавник неразрывно связан со вторым. В спинном и анальном плавниках первые два луча превращены в толстые колючки, на жаберных крышках находятся 11-12 острых шипов. Глаза большие. Окраска спины серо-зеленая с черноватыми пятнышками и точками, бока слегка желтоватые, брюхо беловатое. Длина тела рыбы обычно составляет 12-15 см.

Макропрепарат Налим

Голова налима широкая, несколько уплощена, на подбородке находится небольшой непарный усик. Глаза небольшие, рот широкий, усажен большим количеством очень мелких зубчиков. Верхняя челюсть несколько длиннее нижней. Два первых луча брюшных плавников вытянуты в нитевидные отростки. Спинной плавник делится на небольшой передний и тянущийся до хвоста задний. Хвостовой плавник соединяется с анальным, также длинным. Тело рыбы покрыто очень нежными, мелкими чешуйками, сидящими глубоко в коже. Спинная сторона и плавники рыбы серовато-зеленого цвета с черными пятнами и полосками, брюхо белое. В длину может достигать до 1 м.

Макропрепарат Угорь

Формой тела угорь напоминает змею. Тело цилиндрическое, хвост слегка сжат с боков. Голова небольшая, нижняя челюсть несколько длиннее верхней. Зубы мелкие и острые. Глаза маленькие. Жаберная щель открывается далеко позади головы. Спинной и анальный плавники очень длинные, сливаются с хвостовым. Окраска тела варьирует от темно-зеленой до желтовато-белой.

Макропрепарат Ручьевая форель

Тело рыбы обильно испещрено красными, черными и белыми пятнышками на фоне бурой окраски. Рыло тупое, парные плавники закруглены. Спина бурой или буровато-зеленой окраски, бока туловища желтоватые. Спинной плавник усеян черными и красными пятнышками.

Макропрепарат Щука

Тело щуки торпедообразной формы, голова большая и плоская. Рот широкий, нижняя челюсть выдается вперед верхней. На челюстях, нёбе, языке большое количество острых зубов. Спинной плавник отодвинут назад. Глаза крупные, подвижные. Чешуя мелкая, гладкая. Спина темная, бока серого или серовато-зеленого цвета с желтоватыми пятнами и полосами, брюхо беловатое с серыми крапинками. Парные плавники оранжевого цвета. В длину может достигать до 2 метров.

Макропрепарат Карп

Тело карпа покрыто крупной темно-желтой чешуей с зеленоватым оттенком. Высота тела карпа вдвое больше ширины. В углах рта имеются четыре толстых и четыре коротких усика. Спинной плавник широкий, занимает почти всю заднюю половину спины, темно-серого цвета. Передний луч спинного и анального плавников пилообразно зазубрен. Грудные и брюшные плавники серовато-фиолетового цвета, хвостовой — красно-бурого. Глаза небольшие, радужная оболочка золотистая.

Макропрепарат Карась серебряный

Туловище рыбы продолговато-округлое, сплющено с боков. Усики в углах рта отсутствуют. Чешуя серебристого цвета с черноватым оттенком в области спины. Хвостовой плавник имеет хорошо заметный вырез, без закруглений по углам.

Макропрепарат Лещ

Тело рыбы сильно сжато с боков, высокое. Спинной плавник узкий, анальный длинный. Верхняя лопасть хвостового плавника короче нижней. От затылка до спинного плавника тянется бороздка, окаймленная с каждой стороны рядом небольших чешуек. Между брюшным и анальным плавниками на брюхе формируется острое кожистое ребро. Плавники имеют серовато-черную окраску. Голова небольшая, рот очень мал.

Макропрепарат Плотва

Тело рыбы продолговатой формы, сжато с боков. Голова относительно небольшая. Чешуя серебристая, с металлическим оттенком. Спина черноватого цвета с голубым или зеленоватым оттенком. Бока туловища и брюхо серебристо-белые. Спинной и хвостовой плавники зеленовато-серые с красноватым оттенком, грудные плавники бледно-желтые, брюшные и анальный — красноватые.

Макропрепарат Вьюн

Тело удлинённое, покрыто очень мелкой, гладкой чешуей. Глаза небольшие, на губах видны десять нитевидных усиков. Все плавники закруглены, брюшные лежат далеко позади грудных и имеют незначительную величину. Чешуя очень мелкая, почти неразличима. Спина желтовато-бурого цвета с черными точечками. Брюхо желтое, по бокам туловища тянутся три продольные черные полосы. Плавники бурые с черноватыми крапинками.

Макропрепарат Сом

По внешнему виду несколько напоминает налима, но голова более широкая и плоская, занимает 1/6 часть тела. Рот широкий, по краям усеян многочисленными мелкими и острыми зубами. На верхней челюсти находятся два длинных беловатых уса, а на нижней — четыре коротких желтоватых усика. Глаза небольшие, расположены близко к верхней губе. Хвост сильно сжат с боков. Анальный плавник длинный, спинной развит слабо. Цвет тела животного изменяется в течение года. Обычно спина имеет черноватый цвет, брюхо желтовато-белое с крапинками голубоватого цвета. Бока тёмно-зелёные, плавники темно-синие.

Макропрепарат Белуга

Туловище толстое, цилиндрическое. Рыло короткое, заостренное. Рот расположен на нижней части головы, широкий, окружен толстыми губами. Усики широкие. На спине, по бокам тела и брюшка заметны ряды особых видоизмененных чешуй, напоминающих по форме низкие конусы. Эти костные образования называют жучками. Спинных жучек 12-13, боковых — 40-45, брюшных — 10-12. Тело пепельно-серого цвета, брюхо серовато-белое, рыло желтоватое. Достигает длины до 5 метров и веса 1500 кг.

Макропрепарат Севрюга

Эта рыба легко отличима от других осетровых по своему длинному и широкому рылу, напоминающему по форме кинжал. Туловище вытянуто в длину, жучки располагаются очень тесно друг к другу. Спинных жучек 12-18, боковых — 30-40, брюшных — 10-12. Цвет тела красно-бурый с синевато-черным оттенком, бока и брюхо белые.

Макропрепарат Стерлядь

Рыло узкое, длинное. Спинные жучки (13-17) тесно смыкаются между собой и заканчиваются острыми шипами. Боковых жучек обычно 60-70, брюшных — 13-15. Спина серовато-бурого цвета, брюхо желтовато-белое, плавники серые.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика рыб.
2. Систематика рыб (назвать основные отряды и представителей).
3. Особенности морфологии хрящевых рыб.
4. Внешнее строение костных рыб.
5. Строение кожи рыб, разновидности чешуи.
6. Пищеварительная система костных рыб.
7. Дыхательная и кровеносная система костных рыб.
8. Строение нервной системы и органов чувств рыб.
9. Особенности строения выделительной и половой систем рыб.
10. Лопастеперые рыбы (систематический обзор).
11. Лучеперые рыбы (систематический обзор).
12. Значение рыб в природе и жизни человека.

24. Земноводные

24.1. Общая характеристика и систематика

24.2. Морфологический обзор

24.3. Систематический обзор

24.4. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты земноводных;
- скелет лягушки;
- рисунки, слайды, фотографии.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов земноводных, скелета лягушки, рисунков, их зарисовка; просмотр слайдов и фотографий;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

24.1. Общая характеристика

1. Земноводные, или амфибии, занимают промежуточное положение между рыбами и наземными позвоночными, т.к. обитают и в воде и на суше.

2. Для амфибий характерен метаморфоз, в течение которого они превращаются из водных животных в наземных, меняя не только образ жизни, но

и строение (замена жаберного дыхания на легочное, появление второго (легочного) круга кровообращения, формирование развитых конечностей и органов чувств).

3. Кожа земноводных функционирует в качестве дополнительного органа дыхания, лишена костных образований.

4. Кровь смешанная, сердце состоит из двух предсердий и одного желудочка.

5. Размножение у земноводных наружное, происходит в воде. Из оплодотворённых икринок развиваются личинки, ведущие водный образ жизни.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Класс Земноводные, или Амфибии (Amphibia)

Подкласс Тонкопозвонковые (Lepospondyli)

Отряд Хвостатые (Caudata, seu Urodela)

Виды: тритон обыкновенный (*Triturus vulgaris*)

 тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*)

 саламандра пятнистая (*Salamandra* sp.)

Подкласс Дугопозвонковые (Apsidospondyli)

Отряд Безногие (Apoda, seu Gymnophiona)

Вид: червяга кольчатая (*Siphonops annulatus*)

Отряд Бесхвостые (Anura, seu Ecaudata)

Виды: жаба зеленая (*Bufo viridis*)

 лягушка озерная (*Rana ridibunda*)

 лягушка остромордая (*Rana arvalis*)

24.2. Морфологический обзор

По внешнему виду амфибий условно подразделяют на 3 типа:

1) тритонообразные — животные, имеющие вытянутое тело и хорошо развитый хвост; передняя и задняя пары конечностей развиты одинаково;

2) лягвообразные — животные с массивным, укороченным телом без хвоста; задняя пара конечностей развита лучше передней;

3) червеобразные — животные с сильно вытянутым телом без конечностей.

Для всех земноводных характерна почти полная редукция шейного отдела позвоночника. Передняя пара конечностей имеет 3-4 пальца, задняя — 2-5.

Кожа амфибий голая, лишена костных образований и имеет большое количество *слизистых желез*. Их секрет предохраняет кожу от высыхания и вредного воздействия внешних факторов. Кроме слизистых, некоторые земно-

водные имеют *ядовитые железы*. У жаб наружный слой эпидермиса кожи слабо ороговевший.

Позвоночник состоит из *шейного, туловищного, крестцового и хвостового отделов*.

Шейный отдел представлен одним позвонком с двумя суставными ямками, которыми он сочленяется с мышелками черепа. Туловищных позвонков от 7 (бесхвостые) до 100 и более (безногие). Крестцовый позвонок один, имеет длинные отростки, к которым прикрепляются тазовые кости. У бесхвостых хвостовые позвонки образуют кость — *уростиль*.

Череп амфибий сплюснутый, широкий и состоит из большого количества костей, чаще хрящевой с отдельными окостеневшими участками.

Плечевой пояс образован *лопаткой, вороньей костью (коракоидом) и прокоракоидом*. Впереди от места сочленения левого и правого прокоракоидов находится *предгрудина*, а позади — *грудина*. Грудная клетка и рёбра отсутствуют.

Тазовый пояс образован *подвздошными костями*, которые своими проксимальными концами прикрепляются к поперечным отросткам крестцового позвонка. Дистальные части подвздошных костей соединяются и образуют *седалищную кость*, направленная вперед часть которой называется лобковым хрящем. Седалищные кости имеют вертлужные впадины для сочленения с головкой бедра.

Скелет передних конечностей состоит из *плеча, предплечья (локтевая и лучевая кости) и кисти (кости запястья, пястья и фаланг пальцев)*. Скелет задних конечностей состоит из *бедра, голени (большая и малая берцовые кости) и стопы (кости предплюсны, плюсны и фаланг пальцев)*.

Мышечная система дифференцирована на группы мышц, без признаков сегментации. Метамерное расположение мышц отмечается только у безногих и хвостатых амфибий в отдельных участках тела.

Пищеварительная система земноводных начинается *ртом*, который ведет в обширную *ротоглоточную полость*, переходящую в *пищевод*. В ротоглоточную полость открываются *протоки слюнных желез, хоаны, евстахиевы трубы, гортанная щель*. Секрет слюнных желез не содержит ферментов, участвующих в первоначальном химическом воздействии на пищу, а служит лишь для ее смачивания. На дне ротоглоточной полости располагается *язык*, имеющий собственную мускулатуру. Форма языка различна у представителей класса. У лягушек язык прикреплен ко дну ротоглотки своим передним краем, а его задняя часть обращена во внутрь. На языке располагаются железы, выделяющие клейкую слизь, служащую для ловли насекомых. *Зубы* у амфибий закреплены в верхнечелюстных, межчелюстных костях, на сошнике, реже — в нижнечелюстных. Зубы имеют вид маленьких острых конусов, вершины которых слегка загнуты назад. Акт глотания облегчается благодаря втягиванию глазных яблок внутрь ротоглотки с помощью специальных мышц. Проглоченная пища по ко-

ротному *пищеводу* поступает в *желудок*, а из него в *кишечник*, где переваривается. В петле *тонкого кишечника* находится *поджелудочная железа*, протоки которой открываются в *желчный проток*. *Печень* крупная, с *желчным пузырем*. *Толстый отдел кишечника* слабо отграничен от тонкого. *Прямая кишка* заканчивается *клоакой*.

Дыхательная система амфибий хорошо приспособлена к условиям обитания. У некоторых земноводных (сирены) функционируют *наружные* и *внутренние жабры*, у других (безлегочные саламандры) дыхание осуществляется через кожу. Наиболее высокоразвитые амфибии дышат во взрослом состоянии *легкими* и через кожу. Легкие напоминают мешки с ячеистыми стенками. Воздух через *ноздри*, *носовые ходы*, хоаны и ротоглоточную полость поступает в *гортанно-трахейную камеру*, окруженную двумя *черпаловидными хрящами*. На них располагаются *голосовые связки* в виде двух складок слизистой оболочки. В связи с отсутствием грудной клетки изменился и процесс дыхания. При опускании дна ротоглоточной полости воздух засасывается через ноздри, затем они закрываются, дно ротоглоточной полости поднимается и воздух проталкивается в легкие.

Кровеносная система земноводных развита значительно лучше, чем рыб. *Сердце* амфибий трехкамерное, состоящее из двух *предсердий* и одного *желудочка*. С правым предсердием сообщается *венозная пазуха* и *артериальный конус*. Последний снабжен *спиральным клапаном*, который играет роль разделителя выходящей из сердца венозной и артериальной крови. От артериального конуса отходят три пары артериальных сосудов (*сонные артерии*, *системные дуги аорты*, *легочные артерии*) в виде *общего артериального ствола*, окруженного единой оболочкой. По сонным артериям артериальная кровь идет к голове, по системным дугам аорты смешанная кровь направляется к остальным частям тела, по легочным артериям венозная кровь движется к легким. От системных дуг аорты отходят *подключичные артерии*, идущие к передним конечностям, после чего системные дуги аорты сливаются, образуя *спинную аорту*. От нее отходят *кишечная*, *почечные* и *подвздошные артерии*. Легочные артерии отдают *кожные*, несущие венозную кровь в кожу. От передней части тела венозная кровь собирается в *яремные вены*, которые сливаются с кожными, несущими артериальную кровь. С большими кожными сливаются подключичные вены. Соединившись вместе, эти сосуды образуют *передние (левую и правую) полые вены*. Они открываются в венозный синус, куда поступает смешанная кровь. От задней части тела венозная кровь по *подвздошным венам* движется к почкам, где проходит через сеть капилляров — *воротную систему почек*. Выходящие из почек сосуды — *почечные вены* — сливаются и образуют *заднюю полую вену*. От органов пищеварительной системы венозная кровь собирается в *подкишечную вену*, которая впадает в печень. Сюда же впадает *брюшная вена*, несущая венозную кровь от задних конечностей. Из печени кровь по печеночной вене поступает в заднюю полую вену, а из нее — в венозный синус. Из не-

го кровь поступает в правое предсердие. По легочным венам артериальная кровь из легких движется в левое предсердие. Из предсердий артериальная и венозная кровь попадает в желудочек, а из него — вновь в кровеносные сосуды.

Нервная система амфибий имеет более сложное строение по сравнению с нервной системой рыб. *Передний мозг* у земноводных больше, полностью разделён на два *полушария*, а дно и боковые стенки *мозговых желудочков* содержат мозговое вещество. У амфибий формируется настоящий мозговой свод — *архипаллум*. *Средний мозг* небольших размеров, *мозжечок* маленький. От головного мозга отходят *10 пар черепно-мозговых нервов* (11-я пара не развита, а 12-я отходит за пределами черепа). Отходящие от спинного мозга нервы образуют мощные *плечевое и поясничное сплетения*.

Органами зрения амфибий являются *глаза*, защищенные подвижными *верхним и нижним веками*, *третьим веком (мигательной перепонкой)*. *Роговица* глаза у земноводных выпуклая, *хрусталик* линзовидной формы. Эти особенности строения глаз определяют большую дальность зрения амфибий по сравнению с рыбами. Четкость зрения земноводных на удаленные предметы достигается благодаря перемещению хрусталика под действием *ресничной мышцы*.

Органы слуха земноводных представлены *внутренним и средним ухом*. Внутреннее ухо состоит из *перепончатого лабиринта* и *полукружных каналов*. Среднее ухо одним концом открывается *евстахиевыми трубами* в ротоглотку, а вторым подходит к коже головы и затянута *барабанной перепонкой*. Пространство от барабанной перепонки до лабиринта называется *барабанной полостью*. В ней находится палочковидная косточка, которая одним концом упирается в перепонку, а другим — в *овальное окно внутреннего уха*, затянута пленкой и ведущее в полость черепа, где располагается лабиринт с полукружными каналами. Под действием звуковых волн происходят колебания барабанной перепонки, передающиеся слуховой косточке, перепончатому лабиринту и воспринимающиеся слуховым нервом. Эволюционно полость среднего уха гомологична брызгальцам рыб, т.е. рудиментарной жаберной щели, а слуховая косточка — верхнему отделу подъязычной дуги. У безногих и хвостатых амфибий барабанная полость и перепонка отсутствуют, а сохраняется лишь слуховая косточка.

Органы обоняния земноводных представлены *обонятельными капсулами*, которые сообщаются с ротоглоточной полостью хоанами.

Органы осязания представлены *боковой линией* у личинок земноводных и *кожными рецепторами* у взрослых животных.

Выделительная система амфибий, также как и у рыб, состоит из *туловищных почек (мезонефрос)*, лежащих по бокам позвоночника. От почек к клоаке тянутся тонкие *вольфовы каналы*. У самок они выполняют роль мочеточников, а у самцов, кроме того, и семяпроводов. Отдельно от вольфовых каналов в клоаку открывается *мочевой пузырь*. Моча из вольфовых каналов по-

ступает вначале в клоаку, а затем в мочевой пузырь. После его заполнения моча вновь поступает в клоаку, а затем уже наружу.

Половая система амфибий представлена парными половыми железами. У самцов овальные *семенники* прикреплены брыжейкой к передним частям почек. От семенников к почкам идут *семявыносящие канальцы*, по которым сперма попадает в почки, а затем по вольфовым каналам поступает в клоаку и выводится наружу. Перед впадением в клоаку вольфовы каналы образуют небольшие расширения — *семенные пузырьки*, служащие для временного резервирования спермы. Над семенниками лежат *жировые тела* — образования неправильной формы желтого цвета. Их величина зависит от сезона года (осенью они больше, чем весной). Жировые тела служат для питания развивающихся в семенниках сперматозоидов. *Яичники* у самок лежат вентральнее почек, с жировыми телами. В боковых частях полости тела расположены сильно извитые *яйцеводы* (*мюллеровы каналы*). Они открываются *воронками* около легких. Перед впадением в клоаку яйцеводы расширяются, образуя т.н. *матку*. Зрелые яйцеклетки поступают в полость тела, где захватываются воронками яйцеводов и продвигаются в клоаку.

Оплодотворение у большинства амфибий наружное. Через 8-10 дней после оплодотворения зародыш превращается в личинку — *головастика*, прорывает яйцевые оболочки и выходит наружу. Головастики отличаются от взрослых животных отсутствием конечностей, наличием боковой линии и 2-3 пар наружных ветвистых жабр. Сердце у головастика двухкамерное, один круг кровообращения. Дальнейшее развитие амфибий сопровождается появлением задних и передних конечностей, укорочением хвоста. Наружные жабры атрофируются и замещаются жаберными щелями. Из глоточного отдела пищеварительной трубки формируются легкие, жаберные щели зарастают, хвост отпадает и головастик превращается в молодую амфибию, переходящую к наземному образу жизни.

24.3. Систематический обзор

Земноводные — класс позвоночных, включающий от 4414 до 6867 видов животных, объединяемых в три отряда.

Отряд Безногие (*Apoda*) насчитывает 165 видов. По внешнему виду эти животные напоминают крупных червей, отчего и произошло их название “червяги”. Покровы тела имеют кольцеобразные перехваты, число которых может достигать 400. Кожа голая, содержит большое количество желез, выделяющих едкую слизь. Конечности, их пояса, хвост, барабанная перепонка и среднее ухо отсутствуют. Глаза скрыты под кожей. На голове имеется маленькое щупальце, помещающееся в специальной кожной ямке и выполняющее функцию органа обоняния. Многочисленные загнутые назад зубы на челюстях расположена в два ряда. Большинство представителей отряда (червяги и рыбозмеи) ведут под-

земный образ жизни, прокладывая ходы во влажной тропической почве. Распространены в Южной и Центральной Америке, Африке и тропических районах Азии.

Отряд Хвостатые (Urodela, или Caudata) включает следующие подотряды: подотряд Cryptobranchoidea содержит наиболее примитивных хвостатых амфибий, характеризующихся двояковогнутыми позвонками, свободной угловой костью и наружным оплодотворением; подотряд Meantes содержит одно семейство, характеризующееся 3 парами жабр у взрослых животных; подотряд Proteidea представляет собой неотенических личинок неизвестных саламандр; подотряд Ambystomatoidea характеризуется двояковогнутыми позвонками и отсутствием угловой кости; подотряд Salamandroidea характеризуется наличием задневогнутых позвонков и срастанием угловой кости с сочленовой. Все хвостатые имеют длинное туловище, переходящее в хвост. Передние ноги имеют 3-4, задние — от 2 до 5 пальцев. У некоторых представителей отряда конечности вторично исчезли или их задняя пара отсутствует. Настоящих ребер, барабанной перепонки и полости нет. Дышат легкими, через кожу и слизистую оболочку ротоглотки. Распространены в северном полушарии. Большинство хвостатых являются вторичноводными животными.

Отряд Бесхвостые (Anura) включает следующие подотряды: представители подотряда Amphicoela обладают двояковогнутыми позвонками, имеют короткие ребра, сохраняют рудименты хвостовых мышц (семейство гладконогие -- Liopelmidae); представители подотряда Opis-thocoela имеют опистоцельные позвонки, короткие ребра, большой язык (семейства: круглоязычные -- Discoglossidae, пиповые -- Pipidae); представители подотряда Anomocoela обладают процельными позвонками и не имеют ребер (семейство чесночницы -- Pelobatidae); для видов подотряда Procoela характерны процельные позвонки и полная редукция ребер (семейства: жабы -- Bufonidae, квакши -- Hylidae, коротголовые -- Brachycephalidae); для представителей подотряда Diplasiozoela свойственны наличие процельных первых 7 туловищных позвонков и последнего амфицельного, реже -- процельного (семейства: настоящих лягушек -- Ranidae, веслоногие лягушки -- Rhacophoridae, узкоротые -- Brevicipitidae). Бесхвостые земноводные являются наиболее высокоорганизованными. Тело у этих животных укорочено, клинообразной формы. Некоторые водные формы не имеют барабанной перепонки и языка. Большинство бесхвостых амфибий ведет наземный образ жизни и только 15% являются вторичноводными. Среди наземных бесхвостых выделяют роющие и древесные формы. Эти животные широко распространены на всех материках, кроме Антарктиды.

24.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Обыкновенный тритон

Длина тела животного около 10 см. Кожа гладкая или мелкозернистая. Окраска верхней стороны тела оливково-бурая, нижней — желтоватая с мелкими темными пятнами. На голове заметны продольные темные полосы. У самца от затылка до конца хвоста проходит фестончатый гребень с оранжевой каймой и голубой полосой. У самки спинного гребня нет.

Макропрепарат Гребенчатый тритон

Длина тела около 15-18 см. Окраска бурая или черная. Брюхо оранжевое с черными пятнами. Кожа крупнозернистая. У самца гребень зубчатый, по его бокам проходит голубовато-белая полоса. Самка с тонкой желтой линией вдоль спины, но всегда без гребня.

Макропрепарат Пятнистая саламандра

Длина тела около 20-25 см. Хвост небольшой, округлый в поперечном сечении. Лапы короткие, с четырьмя пальцами на передней и пятью на задних конечностях. По бокам тупозакругленной морды располагаются большие черные глаза. Позади глаз лежат выпуклые железы — паротиды. Окраска черная с белыми или ярко-желтыми пятнами неправильной формы. Расположение и размеры пятен крайне изменчивы.

Макропрепарат Зеленая жаба

Длина тела 10-14 см. Сверху окрашена в светлые серо-оливковые тона с крупными темно-зелеными пятнами, отороченными узкой черной каймой. Кожа бугорчатая, по бокам головы два крупных скопления ядовитых желез — паротид.

Макропрепарат Озерная лягушка

Длина тела 15-17 см. Сверху окрашена в зеленый, оливковый или темно-коричневый цвет с большим или меньшим количеством черных или темно-зеленых пятен. Вдоль спины тянется узкая светлая полоса. Снизу грязно-белого или желтоватого цвета.

Макропрепарат Травяная лягушка

Длина тела до 10 см. На брюхе заметен темный, мрамороподобный рисунок. Морда тупозакруглена, внутренний пяточный бугор низкий. Сверху окрашена в мозаичные светло-коричневые, темно-коричневые и черные тона.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика земноводных.
2. Систематика амфибий.
3. Внешняя морфология и строение кожи у земноводных.
4. Особенности строения скелета и мышечной системы амфибий.

5. Строение пищеварительной системы земноводных.
6. Дыхательная система и процесс дыхания у амфибий.
7. Кровеносная система амфибий.
8. Нервная система и органы чувств земноводных.
9. Выделительная и половая система амфибий.
10. Развитие земноводных.
11. Значение земноводных в природе и жизни человека.

25. Пресмыкающиеся

25.1. Общая характеристика и систематика

- 25.2. Морфологический обзор
- 25.3. Систематический обзор
- 25.4. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты пресмыкающихся;
- скелет ящерицы и ужа;
- рисунки, слайды, фотографии.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов пресмыкающихся, скелета ящерицы и ужа, рисунков; их зарисовка, просмотр слайдов и фотографий;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

25.1. Общая характеристика

1. Пресмыкающиеся, или рептилии, принадлежат к высшим наземным позвоночным, куда также относятся птицы и млекопитающие.

2. Тело рептилий отчетливее разделено на отделы, чем у рыб и амфибий.

3. Развит шейный отдел позвоночника, череп соединяется с первым шейным позвонком одним мышцелком.

4. Кожа имеет роговой слой эпидермиса и чешуи, защищающие тело от иссушения. Кожные железы чаще отсутствуют.

5. Грудная клетка развита, дыхание легочное.

6. Сердце и артериальные дуги более дифференцированы: имеется неполная перегородка между левой и правой частями желудочка, из которого выходят три самостоятельных артериальных ствола, а не один, как у амфибий.

7. Туловищные почки заменены тазовыми (метанефрос).

8. Головной мозг развит сильнее, появляется зачаток вторичного мозгового свода (неопаллиум).

9. Оплодотворение внутреннее. Яйца имеют три зародышевые оболочки. По наличию одной из них — амниотической, высшие позвоночные именуются амниотами; низшие позвоночные не имеют зародышевых оболочек и составляют группу анамний.

10. К примитивным особенностям пресмыкающихся как обитателей суши следует отнести наличие двух дуг аорты, смешанную кровь в артериях туловища, низкий уровень обмена веществ и непостоянную температуру тела.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Позвоночные (Vertebrata)
Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia)
Подкласс Архозавры (Archosauria)
Отряд Крокодилы (Crocodylia)
Виды: аллигатор миссисипский (*Alligator mississippiensis*)
 крокодил нильский (*Crocodylus niloticus*)
 крокодил гребнистый (*Crocodylus porosus*)
Подкласс Анапсидные (Anapsida)
Отряд Черепахи (Testudines, seu Chelonia)
Виды: черепаха болотная (*Emys orbicularis*)
 черепаха зеленая (*Chelonia mydas*)
Подкласс Лепидозавры (Lepidosauria)
Отряд Клювоголовые (Rhynchocephalia)
Вид: гаттерия (*Sphenodon punctatus*)
Отряд Чешуйчатые (Squamata)
Подотряд Ящерицы (Sauria, или Lacertilia)
Виды: ящерица прыткая (*Lacerta agilis*)
 ящерица живородящая (*Lacerta vivipara*)
 веретеница (*Anguis fragilis*)
 желтопузик (*Ophisaurus apodus*)
 варан серый (*Varanus griseus*)
Подотряд Змеи (Ophidia, или Serpentes)
Виды: уж обыкновенный (*Natrix natrix*)
 гадюка (*Vipera berus*)
 медянка (*Coronella austriaca*)
 кобра королевская (*Naja naja*)
 гюрза (*Vipera lebetina*)

25.2. Морфологический обзор

Разнообразие внешнего вида пресмыкающихся определяется средой их обитания. Выделяют три наиболее типичные формы внешнего строения рептилий:

1) *ящерицеобразная* — характерна для большинства пресмыкающихся. Выражены голова, шея, туловище, хвост и развитые конечности. Сюда относятся ящерицы, крокодилы, клювоголовые;

2) *змееобразная* — характерна для змей и безногих ящериц. Тело цилиндрической формы, лишено конечностей, шея не выражена. Все отделы тела переходят друг в друга равномерно, без четких границ.

3) *черепахообразная* — характерна для черепах. Тело заключено между спинным и брюшным костными щитами, конечности укороченные, столбчатые- или ластовидные, шея длинная, подвижная.

Кожа пресмыкающихся не принимает активного участия в процессе дыхания, что повлекло изменение ее строения и функций. Верхний слой эпидермиса ороговевает и постепенно сдвигается благодаря росту нижнего, живого слоя эпидермиса. Снаружи тело покрыто *роговыми щитками, чешуями*. У некоторых рептилий под роговыми щитками залегают *костные бляшки*. Кожные железы рудиментарные, подкожные лимфатические мешки, характерные для амфибий, отсутствуют. Кожа плотно прилегает к телу. Основная функция кожи сводится к защите организма от высыхания. Благодаря ороговавшему эпидермису осмотическое давление в теле рептилий становится более независимым от такового окружающей среды.

Скелет рептилий более расчлененный и подвижный, чем у амфибий. Позвоночник состоит из четырех отделов: *шейного, пояснично-грудного, крестцового и хвостового*. В шейном отделе у ящериц 8 позвонков. Первый шейный позвонок (*атлант*) имеет вид костного кольца, в нижней части которого находится отверстие для зубовидного отростка второго шейного позвонка (*эпистрофея*). Благодаря такому соединению, атлант может вращаться вокруг отростка эпистрофея, что обеспечивает большую подвижность головы. В пояснично-грудном отделе 22 позвонка, несущих *рёбра*. Первые пять пар ребер, соединяясь с грудной костью, формируют *грудную клетку*. К двум крестцовым позвонкам присоединяются кости таза. Хвостовой отдел состоит из нескольких десятков позвонков. Первые из них еще сохраняют остистые и поперечные отростки, а задние имеют вид коротких палочек. Каждый хвостовой позвонок разделён прослойкой хрящевой ткани на переднюю и заднюю части. При отламывании хвоста разрыв происходит именно по этой прослойке под действием сокращения специальных мышц. Череп пресмыкающихся костный. Затылочная кость черепа соединяется одним мышцелком с атлантом, что обеспечивает дополнительную подвижность головы. В состав черепа ящериц входит более 28 костей. Плечевой пояс состоит из *коракоида, лопатки, надлопаточного хряща, грудины, ключицы и надгрудинника*. Последний связывает грудину с ключицами. Тазовый пояс состоит из парных *подвздошной, седалищной и лобковой* костей, прочно соединенных между собой. В месте их соединения образуется вертлужная впадина, где укрепляется головка бедра. Подвздошные кости прикрепляются к поперечным отросткам крестцовых позвонков. Скелет свободных конечностей соответствует общему строению типичной пятипалой конечности позвоночных.

Мускулатура рептилий теряет метамерность расположения и приобретает дифференцированный характер в связи с более сложным строением скелета. У пресмыкающихся появляются *межреберные мышцы*, принимающие активное участие в процессе дыхания.

Пищеварительная система пресмыкающихся устроена сложнее, чем у земноводных. Ротовая полость полностью ограничена от глотки. Язык подвижный и мускулистый, у разных представителей класса имеет различную

форму. Зубы сидят на верхнечелюстных, нижнечелюстных, межчелюстных и крыловидных костях, прирастая к их краям. Исключением являются крокодилы, у которых зубы располагаются в *альвеолах* на верхней и нижней челюстях. Желудок хорошо выражен и имеет собственную мускулатуру. На границе тонкого и толстого кишечника находится слабо развитая *слепая кишка*, хотя у растительноядных черепах она развита достаточно хорошо. Печень крупная, с желчным пузырем, проток которого открывается в тонкий кишечник вблизи отверстия протока поджелудочной железы. Последняя лежит в петле двенадцатиперстной кишки в виде удлиненного плотного тела. Толстый кишечник оканчивается клоакой.

Дыхательная система рептилий начинается наружными ноздрями на морде, далее воздух поступает по носовым ходам через внутренние ноздри (хоаны) в гортань, трахею, бронхи и *альвеолы легких*. Легкие в виде двух симметричных мешков, с ячеистыми стенками, заполненными губчатой тканью. Процесс дыхания осуществляется при действии межреберных мышц, сужающих и расширяющих грудную клетку, благодаря подвижному сочленению ребер с позвоночником.

Кровеносная система пресмыкающихся приобрела прогрессивные эволюционные изменения параллельно с дыхательной. У рептилий происходит дальнейшее разделение артериального и венозного кровотоков. У большинства пресмыкающихся сердце трехкамерное, желудочек разделён *неполной перегородкой* на две половины: левую — артериальную и правую — венозную. При сокращении желудочка, его перегородка соприкасается с дорсальной стенкой, почти полностью разделяя полость желудочка на две половины. У крокодилов перегородка в желудочке полная, сердце четырехкамерное. *Общий артериальный ствол*, выходящий из желудочка, делится на три сосуда: легочную артерию, левую и правую дуги аорты. В области пищевода дуги аорты соединяются, образуя непарную спинную аорту. От неё отходят кровеносные сосуды, несущие артериальную кровь ко всем органам и тканям. Правая дуга аорты отдает правую и левую сонные артерии, питающие кровью головной мозг, а также две подключичные артерии, несущие кровь к передним конечностям. У большинства пресмыкающихся полного разделения артериальной и венозной крови не происходит, так как левая дуга аорты несет артериальную, а правая — венозную кровь. От головы кровь собирается в парные яремные вены, которые, соединившись с подключичными венами, образуют левую и правую передние полые вены, впадающие в правое предсердие. Сюда же впадает задняя полая вена, которая несет кровь от задней части тела. Передние и задняя полые вены перед впадением в правое предсердие соединяются, образуя *венозный синус*. В левое предсердие изливают артериальную кровь легочные вены.

Нервная система рептилий более прогрессивно устроена, чем у амфибий. Полушария переднего мозга крупнее, их кора состоит из *серого мозгово-*

го вещества. Передний мозг сближается с промежуточным, с обонятельными луковицами соединяется длинным трактом. Первичный мозговой свод — архипаллиум — хорошо развит, начинается закладка вторичного мозгового свода — *неопаллиума*. Расширяясь, передний мозг налегает на средний и промежуточный, поэтому они становятся заметными только снизу. У рептилий хорошо развит *теменной орган* и *эпифиз*. Теменной орган по строению напоминает глаз, располагается в отверстии межтеменной кости и хорошо воспринимает световые и тепловые лучи. Передняя часть теменного органа прозрачная и плотная, задняя часть имеет чувствительные и пигментные клетки (подобно хрусталику и сетчатке). Мозжечок более выпуклый, его поверхность увеличивается за счет борозд и извилин. Продолговатый мозг образует изгиб, характерный для всех высших позвоночных.

Органы осязания пресмыкающихся представлены *осязательными волосками*, располагающимися на чешуйках и связанными со скоплениями рецепторных клеток, лежащих под эпидермисом.

Органы обоняния отличаются развитой складчатостью носовых раковин, обособлением *якобсонова органа*, удлинением носоглоточного хода в связи с развитием *вторичного нёба*. Якобсонов орган представляет собой парное углубление, расположенное впереди хоан в крыше ротовой полости. Это образование служит для восприятия запаха и вкуса добычи, находящейся в ротовой полости.

Органы слуха представлены *внутренним и средним ухом*. В среднем ухе находится одна слуховая косточка — *стремя*.

Глаза рептилий снабжены подвижными веками. Третье веко, или мигательная перепонка, закрывает глаз из его переднего угла. У змей и гекконов верхнее и нижнее веки срастаются между собой и совершенно прозрачны. Аккомодация глаза более совершенная за счет наличия поперечнополосатой мускулатуры в ресничной мышце. Она не только перемещает хрусталик, но способна изменять его кривизну, что позволяет рептилиям рассматривать предметы, находящиеся на достаточно большом удалении.

Выделительная система пресмыкающихся подверглась некоторым изменениям по следующим причинам: 1) поступление воды в организм рептилий происходит только с пищей, в связи с чем ослабилась осморегулирующая функция почек; 2) отсутствует необходимость удаления из организма излишка воды, а возникает необходимость ее экономного расходования. Туловищная почка у пресмыкающихся заменяется *тазовой*. Почки расположены в тазовой области по бокам от клоаки. Мочеточники открываются на дорсальной стороне клоаки, не имеют никакой связи с вольфовыми каналами, как у земноводных. Мочевой пузырь тонкостенный, соединяется с клоакой тонкой шейкой. Особенность строения тазовых почек рептилий заключается в том, что относительная фильтрационная площадь почечных клубочков небольшая, а протяженность почечных канальцев увеличивается. В канальцах большая часть

воды, отфильтрованная клубочками, всасывается обратно, поэтому выделение жидких продуктов метаболизма у рептилий происходит с затратой минимального количества воды, циркулирующей в организме.

Половая система пресмыкающихся имеет некоторые особенности. Яичники и семенники существенно не отличаются от таковых у земноводных. Яйцеводы представлены *мюллеровыми*, а семяпроводы — *вольфовыми каналами*. Яйцеводы рептилий имеют белковые и скорлуповые железы, формирующие оболочки яиц. Вольфов канал у самцов перестает выполнять функцию мочеоточника и является исключительно семяпроводом, исчезая, в связи с этим, у самок.

Развитие рептилий начинается с оплодотворения яйцеклеток и откладки самками яиц. В отличие от земноводных, пресмыкающиеся откладывают яйца только на суше. Для защиты от высыхания яйца покрыты *скорлуповой оболочкой* и содержат большое количество питательных веществ, необходимых для развивающегося зародыша. Внутри яйца вокруг яйцеклетки находится *желточная оболочка*. *Белочная оболочка*, покрывая желточную, выполняет защитную функцию и снабжает желток влагой. Эти функции были бы невозможны, если бы белок яйца не был защищен скорлупой. Однако развивающийся зародыш может быть поврежден в результате соприкосновения с твердой скорлупой. Эта опасность устраняется благодаря образованию *кольцевой складки*, которая разрастаясь, полностью окружает зародыш. Он оказывается заключенным в *амниотическую полость*, заполненную *амниотической жидкостью*. Накопление продуктов метаболизма в амниотической полости привело бы к гибели зародыша. Это устраняется развитием другой зародышевой оболочки — *аллантоиса*, или зародышевого мочевого пузыря. Он обеспечивает также дыхательную функцию, так как его стенки оплетены густой сетью кровеносных сосудов, прилегающих к яйцевым оболочкам. Благодаря пористости скорлупы кислород свободно проникает внутрь яйца к оболочкам и сосудам аллантоиса. Газообразные продукты метаболизма зародыша легко выделяются из яиц наружу. Наличие этих эмбриональных приспособлений у пресмыкающихся позволило объединить их с птицами и млекопитающими в группу высших позвоночных, или амниот.

Некоторые рептилии являются *живородящими*. При этом кровеносные сосуды желточного мешка связаны с сосудами маточного отдела яйцевода, и питание эмбриона происходит за счет материнского организма. Причинами живородности служит холодный климат, водный, древесный или подземный образ жизни.

25.3. Систематический обзор

Общее число видов рептилий составляет более 7000 видов. Среди позвоночных животных, ведущих наземный образ жизни, рептилии по видовому разнообразию уступают лишь птицам.

Отряд Клювоголовые (Rhynchocephalia)

К этому отряду принадлежит Семейство Клинозубых (Sphenodontidae) с единственным видом — гаттерией (*Sphenodon punctatus*). По внешнему виду гаттерия напоминает ящерицу. Длина тела ее достигает до 75 см. Голова и туловище сверху покрыты небольшими чешуйками, по хребту тянется ряд из треугольных роговых пластинок. Верхняя челюсть, небо и крыша черепа подвижны относительно мозговой коробки. Зубы клиновидной формы, прирастают к краям челюстных костей. На небной кости располагается второй ряд зубов. Между грудиной и тазом под кожей находятся брюшные рёбра. В сердце имеется венозный синус. Копулятивный орган у самцов отсутствует. Гаттерия сохранилась на небольших островках, окружающих Новую Зеландию. Сейчас численность гаттерии составляет около 14 тысяч особей. В качестве жилища она использует норы буревестников. Продолжительность жизни гаттерии составляет более 70 лет, а половозрелость наступает к 20 годам.

Отряд Чешуйчатые (Squamata)

Наиболее многочисленная группа современных пресмыкающихся. Для всех чешуйчатых характерны следующие особенности: тело покрыто роговыми чешуйками, вторичного кожного неба нет, квадратная кость подвижно соединена с черепом, зубы приращены к челюстным костям, копулятивные органы в виде парных выпячиваний клоаки.

Подотряд Ящерицы (Sauria, или Lacertilia)

Эти животные обладают вытянутым телом, длинным подвижным хвостом и выраженной шеей. Передние и задние конечности хорошо развиты, но у некоторых ящериц редуцированы. Верхнечелюстные кости неподвижно прикреплены к черепу. Общее количество видов данного подотряда составляет около 3900. Основные семейства: гекконы (*Geckonidae*), агамы (*Agamidae*), игуаны (*Iguanidae*), веретеницы (*Anguidae*), ядозубы (*Helodermatidae*), вараны (*Varanidae*), амфисбены (*Amphisbaenidae*), настоящие ящерицы (*Lacertidae*), сцинки (*Scincidae*).

Подотряд Змеи (Ophidia)

По внешнему виду напоминают безногих ящериц. Левая и правая половины челюстного аппарата сочленены подвижно. Барабанная перепонка, верхнее и нижнее веки отсутствуют. В теле различимы три отдела: голова, туловище и хвост. Тело покрыто роговой чешуей и щитками, кожных желез нет. Позвоночник состоит из большого числа (до 200-450) позвонков, несущих свободно заканчивающиеся рёбра. Они упираются в слой мышц, связанный с

брюшными щитками. Ядовитые змеи имеют крупные ядовитые зубы с каналами, по которым стекает яд. Развито только правое легкое, левое рудиментарно. Мочевого пузыря нет, половые железы расположены впереди почек. Всего известно более 2500 видов змей. Размножаются змеи путем откладки яиц, некоторые виды живородящие. Основные семейства подотряда: слепуны (Typhlopidae), узкоротые змеи (Leptotyphlopidae), удавы (Boidae), вальковатые змеи (Uropeltidae), лучистые змеи (Xenopeltidae), бородавчатые змеи (Acrochordidae), ужеобразные змеи (Colubridae), аспидовые змеи (Elapidae), морские змеи (Hydrophidae), гадюковые змеи (Viperidae), ямкоголовые змеи (Crotalidae).

Отряд Черепахи (Testudines)

Представители отряда характеризуются наличием костного панциря, в который заключено туловище. Шейный и хвостовой отделы позвоночника свободные, остальные срастаются с карапаксом. У черепах развито вторичное костное нёбо, зубы заменены роговыми чехлами. При дыхании роль насоса выполняет ротовая полость, дно которой то опускается, то поднимается. Известно около 230 видов черепах. Основные подотряды: скрытошейные черепахи (Cryptodira), морские черепахи (Chelonioidae), мягкотелые черепахи (Trionychoidea), бокошейные черепахи (Pleurodira), бесщитковые (Athesca).

Отряд Крокодилы (Crocodylia)

Наиболее высокоорганизованная группа рептилий. Тело вытянутое, сжато в спинно-брюшном направлении. Передние конечности с пятью пальцами, задние — с четырьмя. Пальцы соединены между собой плавательными перепонками. Кожа с роговыми щитками, под которыми развиваются костные пластинки. На хребте, под нижней челюстью и в области клоаки располагаются кожные железы. Зубы сидят в альвеолах, как у млекопитающих. Плечевой пояс без ключицы и состоит из лопаток и коракоидов. От заднего края нёба свешивается мускулистая складка — небная занавеска, примыкающая к тыльной части языка. Небная занавеска разделяет ротовую полость и глотку, благодаря чему крокодилы могут дышать, когда рот в воде раскрыт и наружу выставлен только верхняя часть морды с ноздрями. При погружении животного ноздри закрываются специальными клапанами. Легкие большие, имеют сложное строение. Желудочек сердца полностью разделён на две половины, т.е. сердце четырехкамерное. Функционируют обе (левая и правая) дуги спинной аорты. В настоящее время известны 22 вида крокодилов. Половозрелости они достигают в возрасте 8-10 лет, а продолжительность жизни составляет 80-100 лет. Семейства крокодилов: аллигаторы (Alligatoridae), настоящие крокодилы (Crocodylidae), гавиалы (Gavialidae).

25.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Ящерица прыткая

Окраска животного сильно варьирует. Молодые особи сверху буровато-серого или коричневого цвета с тремя узкими, светлыми, окантованными черным полосками. Вдоль спины проступают неправильной формы темно-бурые или черные пятна, расположенные в один или два параллельных ряда. Иногда спинной рисунок отсутствует и животное имеет одноцветную зеленоватую или бурую окраску. На препарате цвет тела животного плохо сохранён. Длина ящерицы до 25 см. Передние и задние конечности снабжены пятью пальцами.

Макропрепарат Ящерица живородящая

На спине ящерицы имеется характерный рисунок, состоящий из темной узкой полоски, тянущейся вдоль хребта, двух светлых полосок по бокам спины и темных широких полос по бокам туловища. По всему телу в беспорядке разбросаны мелкие темные пятнышки. Брюшная сторона у самцов оранжевая или кирпично-красная, у самок — беловато-серая, желтоватая или зеленоватая. Длина тела не превышает 15-18 см. На препарате цвет тела не сохранён.

Макропрепарат Веретеница ломкая

Тело ящерицы змеевидное. Спинная сторона тела бурого, коричневого или бронзового цвета, бока более темные. В длину обычно достигает 60 см, конечности рудиментированы.

Макропрепарат Желтопузик

Безногая ящерица длиной до 120 см. Голова большая, с заостренной мордой, хорошо отграничена от туловища. Позади ушных отверстий начинаются две боковые кожные складки, тянущиеся до анального отверстия. По бокам от последнего в виде сосочков заметны рудименты задних конечностей. Окраска ящерицы варьирует от оливково-бурой до медно-красной, иногда с большими темными пятнами.

Макропрепарат Серый варан

Голова большая, морда заострена. Ноздри в виде косых щелей, расположены ближе к переднему краю глаз. Окраска спины серовато- или красновато-коричневого цвета с многочисленными темными пятнышками, среди которых поперек спины и хвоста с равными интервалами проходят поперечные бурые полосы. Конечности сильные, пальцы заканчиваются острыми когтями. В длину достигает 160 см (с хвостом). Окраска препарата сохранена частично.

Макропрепарат Обыкновенный уж

От других змей отличается двумя большими, хорошо заметными светлыми пятнами по бокам головы. Пятна могут быть от грязно-белого до оранжевого цвета. Цвет верхней части тела от темно-серого до черного. Брюхо белое, с неправильными черными пятнами. В длину достигает 150 см, самки крупнее самцов.

Макропрепарат Обыкновенная гадюка

Голова ясно отграничена от шеи, на верхней стороне головы, кроме мелких щитков, есть три крупных. Кончик морды закруглен. Сверху туловище серого, буроватого или красно-бурого цвета с темной зигзагообразной полосой вдоль хребта. На голове заметен иксообразный рисунок. От глаз до угла рта проходит темная полоса. Длина тела обычно составляет 75 см, реже до 1 м.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика пресмыкающихся.
2. Систематика рептилий.
3. Типы внешнего строения рептилий.
4. Строение кожи и скелета пресмыкающихся.
5. Мускулатура и пищеварительная система рептилий.
6. Дыхательная и кровеносная система пресмыкающихся.
7. Выделительная и половая система рептилий.
8. Нервная система и органы чувств пресмыкающихся.
9. Особенности развития рептилий.
10. Систематический обзор пресмыкающихся.
11. Значение рептилий в природе и жизни человека.

26. Птицы

26.1. Общая характеристика и систематика

26.2. Морфологический обзор

26.3. Систематический обзор

26.4. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты и чучела птиц;
- скелет голубя, строение яйца курицы (муляж);
- рисунки, слайды, фотографии.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов и чучел птиц, скелета голубя, рисунков; просмотр слайдов и фотографий;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

26.1. Общая характеристика

1. Птицы являются высокоорганизованными позвоночными животными, приспособленными к полету, передвижению по земле, лазанию.

2. Птицы принадлежат к гомойотермным животным, способным поддерживать постоянную температуру тела, независимо от температуры окружающей среды.

3. Морфологически способность птиц к движению в воздухе заключается в: наличии перьевого покрова, видоизменении передних конечностей в крылья, пневматичности костей, отсутствии зубов и мочевого пузыря.

4. Нервная система птиц эволюционно более развитая, что объясняется лучшим развитием органов чувств, чем у рептилий, и особенностями поведения.

5. Кровеносная система замкнутая, сердце четырехкамерное, имеется правая дуга аорты, артериальная и венозная кровь не смешивается.

6. Дыхательная система представлена легкими, развита система воздухоносных мешков, позволяющая птицам дышать во время полета.

7. Пищеварительная система состоит из переднего, среднего и заднего отделов. Печень крупная, с желчным пузырем.

8. Выделительная система представлена тазовыми или метанефрическими почками, мочеточниками, мочевого пузыря нет.

9. В половом отношении птицы раздельнополые животные. Оплодотворение внутреннее.

10. Птицы распространены по всему земному шару и заселяют весьма разнообразные местообитания от полярных широт до экватора.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Класс Птицы (Aves)

Подкласс Веерохвостые, или Настоящие птицы
(Neornithes, seu Ornithurae)

Надотряд Плавающие птицы, или Пингвины (Impennes)

Отряд Пингвинообразные (Sphenisciformes)

Вид: пингвин императорский (*Aptenodytes forsteri*)

Надотряд Бегающие, или Бескилевые, или Страусовые птицы
(Ratitae)

Отряд Страусообразные (Struthioniformes)

Вид: страус африканский (*Struthio camelus*)

Надотряд Типичные птицы (Neognathae)

Отряд Аистообразные (Ciconiiformes)

Вид: аист белый (*Ciconia ciconia*)

Отряд Гусеобразные (Anseriformes)

Вид: лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*)

Отряд Соколообразные (Falconiformes)

Вид: пустельга (*Falco tinnunculus*)
Отряд Курообразные (*Galliformes*)
Вид: куропатка белая (*Lagopus lagopus*)
Отряд Журавлеобразные (*Gruiformes*)
Вид: журавль серый (*Grus grus*)
Отряд Голубеобразные (*Columbiformes*)
Вид: голубь сизый (*Columba livia*)
Отряд Кукушкообразные (*Cuculiformes*)
Вид: кукушка обыкновенная (*Cuculus canorus*)
Отряд Совообразные (*Strigiformes*)
Вид: филин обыкновенный (*Bubo bubo*)
Отряд Стрижеобразные (*Apodiformes*)
Вид: стриж черный (*Apus apus*)
Отряд Удодообразные (*Upupiformes*)
Вид: удод (*Upupa epops*)
Отряд Дятлообразные (*Piciformes*)
Вид: дятел черный, желна (*Dryocopus martius*)
Отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*)
Вид: скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*)
Отряд Поганкообразные (*Podicipediformes*)
Вид: поганка большая (*Podiceps cristatus*)

* Из 29 отрядов птиц приведены только 16, представители которых встречаются в Беларуси, кроме двух первых отрядов.

26.2. Морфологический обзор

Кожа птиц имеет слабо развитый *эпидермис* и лишена желез (кроме копчиковой железы), тонкая и без костных образований. Копчиковая железа хорошо развита у водоплавающих птиц. Она располагается под корнем хвоста, а ее секрет обладает гидрофобными свойствами.

Верхняя и нижняя челюсти птиц лишены зубов и покрыты *роговыми чехлами*, которые образуют *клюв*. *Роговые щитки* у птиц имеются на нижних частях ног, а их пальцы заканчиваются *когтями*.

Тело птиц покрыто *перьями*, которые располагаются на *птерилиях* — отдельных участках тела. Те участки, где перьев нет, называются *аптериями*. Этим облегчается движение кожи при полете, плавании или хождении по земле. Различают несколько типов перьев у птиц: *контурные*, *пуховые*, *нитевидные* и *пух*. Контурные перья покрывают тело птицы снаружи и являются основой оперения. Типичное контурное перо состоит из *стержня*, к которому прикреплены боковые пластинки — *опакхала*. Погружённая в кожу нижняя часть стержня называется *очином*, а непогружённая верхняя — *стволом*. Опа-

хало состоит из длинных тонких упругих стерженьков — *бородок первого порядка*, от которых отходят *бородки второго порядка*. Они заканчиваются крючочками, сцепляющие соседние бородки второго порядка между собой. Образуется цельная пластинка, формирующая опахало. Контурные перья, проходящие по заднему краю крыла, называются *маховыми*, по переднему краю крыла — *верхними кроющими*, а длинные хвостовые — *рулевыми*. Пуховые перья располагаются под контурными перьями. Пуховые перья имеют тонкий укороченный стержень и бородки первого порядка. Пух представляет собой разновидность пуховых перьев с очень коротким стерженьком. У водоплавающих птиц и птиц, обитающих в холодном климате, пух и пуховые перья развиты особенно сильно. Нитевидные перья лишены бородок, располагаются около клюва. Периодически у птиц происходит смена перьевого покрова — *линька*. Она может протекать постепенно, при этом птицы не утрачивают способности к полету, или единовременно, когда полинявшие птицы долгое время не могут летать и скрываются в труднодоступных местах.

У птиц хорошо развита мускулатура шеи, крыльев и ног, тогда как большая часть мышц туловища развита слабо. Между плечевой костью и килем грудины располагается *большая грудная мышца*, составляющая до $\frac{1}{10}$ - $\frac{1}{14}$ массы тела. *Глубокий сгибатель пальцев* устроен таким образом, что позволяет птицам удерживаться на ветках деревьев, электрических проводах и других опорах. Сухожилие этой мышцы имеет поверхность с “насечками”, которым на сухожильной сумке соответствуют выступы. У сидящей птицы под влиянием ее тяжести насечки цепляются за выступы и пальцы фиксируются в согнутом положении.

Скелет птиц отличается прочностью и легкостью. Легкость костей объясняется их пневматичностью, т.е. образованием воздушных полостей на месте редукации костного мозга. Передние конечности превращены в *крылья*, сложный крестец развивается в результате перенесения функций хождения и хватания на задние конечности. Из отделов позвоночника подвижностью обладает только шейный отдел. Грудина хорошо развита и несет высокий гребень — *киль*, к которому прикрепляются мышцы, участвующие в движении крыльев. Малая подвижность позвоночника, наличие большой грудины и крючковидных отростков на ребрах придают грудной клетке особую прочность, что имеет важное значение при полете.

Череп птиц имеет узкое основание и сильно сближенные, иногда сросшиеся стенки глазниц. Он облегчен за счет пневматичности костей, больших глазниц, замены челюстей роговыми чехлами и редукации зубов. Затылочный мышцелок один.

Позвоночник птиц состоит из пяти отделов: *шейного, грудного, поясничного, крестцового* и *хвостового*. Количество позвонков в шейном отделе колеблется от 9 до 25. Атлант и эпистрофей сходны с таковыми рептилий, обеспечивают хорошую подвижность головы. Тела других позвонков вытяну-

ты и имеют спереди и сзади по две *сочленовые поверхности* для соединения с соседними позвонками. Передние сочленовые поверхности выпуклые сверху вниз и вогнутые справа налево, а задние выпуклые снизу вверх и вогнутые слева направо. Такие позвонки называются *гетероцельными*. Между сочленовыми поверхностями лежат *хрящевые мениски*. В грудном отделе голубя пять позвонков, несущие рёбра. Первые четыре позвонка неподвижно срастаются между собой, а пятый — со сложным крестцом. Поясничных позвонков шесть, все они слились в сплошную костную пластину. Крестцовый отдел состоит из двух позвонков, несущих *крестцовые рёбра*. Первые пять хвостовых позвонков входят в состав сложного крестца, следующие шесть остаются свободными, а четыре задние сливаются и образуют вертикальную пластинку — *копчик*, или *пигостиль*, выполняющий опорную функцию для рулевых перьев хвоста. Грудная клетка птиц состоит из грудины и грудных ребер. Грудина имеет вид широкой, слегка выпуклой костной пластины, по средней линии вентрально несущая высокий гребень, или *киль*. Грудные рёбра верхней частью прикрепляются к одноименным позвонкам, а нижней — к грудине. Каждое ребро состоит из *спинного* и *брюшного отделов*, сочлененных между собой подвижно под углом. Это позволяет птицам при неподвижности грудной клетки расширять и сужать ее при дыхании, особенно во время полета. На спинной поверхности рёбра несут *крючковидные отростки*, налегающие на соседние рёбра.

Пояс передних конечностей состоит из *лопатки*, *коракоида* и *ключицы*. Они соединяются своими проксимальными частями и образуют площадку для прикрепления плечевой кости. Лопатка длинная, изогнутая, лежит на ребрах, двигается свободно. Коракоид дистальным концом упирается в грудину, а проксимальным соединяется с плечевой костью. Ключицы в виде тонкой парной косточки, левая и правая половины которой срастаются дистальными частями, образуя т.н. *вилочку*.

Пояс задних конечностей состоит из парных *подвздошных*, *седалищных* и *лобковых костей*. Подвздошная кость срастается внутренним краем с позвончиком, а наружным — с седалищной костью. По наружному краю последней располагается тонкая палочковидная лобковая кость. Все три кости принимают участие в образовании *вертлужной впадины*, куда входит головка бедра.

Скелет передних конечностей (крыльев) состоит из *плеча*, *предплечья* и *кисти*. Плечо представлено мощной плечевой костью, предплечье — локтевой и лучевой. Кисть сильно видоизменена в результате срастания и утраты некоторых костей, входящих в ее состав. Кости запястья своими проксимальными частями срастаются в две косточки, а дистальными частями срастаются с костями пястья. Последние представлены двумя сросшимися костями. Кисть имеет три пальца, из которых первый и третий несут по одной фаланге, второй — две.

Скелет задних конечностей состоит из *бедр*, *голен*, *цевки* и *стопы*. Бедро мощное, короткое, представлено бедренной костью. Кости голени (большая берцовая и малая берцовая) срастаются между собой. Малая берцовая кость в значительной степени редуцирована. К дистальной части голени прирастает дистальный ряд костей предплюсны. Он сливается с тремя плюсневными костями и образует т.н. *цевку*. Такое сочленение костей называется межплюсневым, или интертарзальным. Пальцы хорошо развиты, чаще в числе 3-х или 4-х. Первый палец обращен назад, развит слабо, а в случае трехпалой конечности отсутствует. Африканский страус имеет на ноге всего два пальца.

Пищеварительная система птиц во многом отличается от таковой пресмыкающихся. У птиц отсутствуют зубы, на челюстях появляются роговые чехлы, образующие клюв. На дне ротовой полости лежит *язык*, форма и консистенция которого варьирует у разных птиц и зависит от пищевой специализации. Благодаря хорошо развитой мускулатуре язык весьма подвижен. *Слюнные железы* хорошо развиты (стрижи, дятлы), либо отсутствуют (козодой и др.). *Пищевод* в виде длинной тонкостенной трубки, имеет расширение — *зоб*, который служит для временного накопления и первоначального переваривания пищи. У голубей в стенке зоба находятся *железы*, выделяющие в период выкармливания птенцов особое жирное творожистое вещество — “*маточное молочко*”. Пищевод впадает в тонкостенный *железистый желудок*, где пища подвергается действию пищеварительного сока. Далее она поступает в *мускульный желудок*, где происходит ее механическая обработка, возможная благодаря наличию роговой кутикулы и мелких камешков, которые птицы постоянно заглатывают. Наилучшим образом мускульный желудок развит у растительноядных птиц и слабее у хищных и насекомоядных. Из мускульного желудка пища продвигается в длинный *тонкий отдел кишечника*, начальная часть которого является *двенадцатиперстной кишкой*. В ее петлеобразном изгибе лежит *поджелудочная железа*, три протока которой впадают в кишку. На границе тонкого и толстого отделов кишечника хорошо заметны два *слепых выроста*. *Толстый кишечник* относительно короткий, открывается в *клоаку*. На дорсальной стороне слизистой оболочки клоаки у молодых птиц имеется вырост — *фабрициева сумка*, атрофирующаяся после полового созревания. Это орган *иммунной системы*, продуцирующий лимфоциты и лейкоциты (антитела). *Печень* у большинства птиц большая, состоит из двух лопастей. *Желчный пузырь* находится в правой доле печени (у голубя отсутствует). Клоака поперечными складками делится на три отдела. В ее средний отдел открываются мочеточники, у самцов — семяпроводы, а у самок — яйца из матки. Особенности пищеварительной системы птиц являются:

- 1) отсутствие зубов;
- 2) небольшая длина кишечника;
- 3) разделение желудка на мускульный и железистый;
- 4) отсутствие толстой и прямой кишек;

5) наличие в клоаке фабрициевой сумки.

Дыхательная система птиц весьма своеобразна. *Ноздри* открываются в дорсальной части надклювья, снабжены клапанами. В носовой полости находятся хрящевые раковины. *Гортань* состоит из трех хрящей: двух черпаловидных и одного перстневидного. От гортани отходит *трахея*, в месте бифуркации которой (разделение на два бронха) располагается расширение, поддерживаемое костными кольцами — *певчая гортань*. Она на своих медиальных стенках несет *наружные* и *внутренние голосовые перепонки*, приводимые в движение специальными певчими мышцами. Различные варианты движения перепонки позволяют птицам издавать разнообразные по своей тональности и громкости звуки. *Главные бронхи* входят в относительно небольшие легкие, и пронизывая их насквозь, расширяются в тонкие *брюшные воздухоносные мешки*. Внутри легких от главных бронхов отходят *вторичные*, образующие *легочные альвеолы*, а часть вторичных бронхов, подобно главным, образует воздухоносные мешки. Из них парными являются *шейные, межключичный, грудные*. Внутри легких бронхи именуются *энтобронхами*, а вне их — *эктобронхами*. Девять воздухоносных мешков располагаются между внутренними органами, а их отростки проникают между мышцами и даже внутрь костей. Воздухоносные мешки способствуют охлаждению и облегчению тела, а также участвуют в двойном дыхании.

Сущность *двойного дыхания* птиц заключается в том, что позволяет птицам дышать как на земле, так и в полете. Сидящая птица дышит благодаря экскурсии грудины относительно позвоночника. При поднятии ее объём грудной клетки уменьшается, воздухоносные мешки сжимаются и воздух выталкивается наружу. При опускании грудины объём грудной клетки увеличивается, растягиваются воздухоносные мешки и воздух проходит в легкие. В полете грудина неподвижно зафиксирована и роль насоса выполняют только воздухоносные мешки. При подъеме крыльев они растягиваются, воздух проходит через легкие и поступает дальше в мешки. Этот процесс протекает так быстро, что воздух, проходя через легкие практически не участвует в газообмене. При опускании крыльев насыщенный кислородом воздух вновь проходит через легкие в обратном направлении, но более медленно и окисляет гемоглобин. Поэтому чем энергичнее птица работает крыльями, тем интенсивнее она дышит. Кроме описанных функций, воздухоносные мешки способствуют уменьшению трения между внутренними органами.

Кровеносная система птиц характеризуется полным разделением артериальной и венозной крови. *Сердце* четырехкамерное, состоит из двух *предсердий* и двух *желудочков*. Правая (венозная) часть сердца более тонкостенная, чем его левая (артериальная) часть. Относительно других органов сердце довольно крупное. Из легких окислившаяся (артериальная) кровь по *легочным венам* поступает в левое предсердие, а оттуда — в левый желудочек. Из него выходит *правая дуга аорты* (левая редуцируется на эмбриональных стадиях

развития), отдающая *сонные артерии*. Затем дуга поворачивает направо и идет под позвоночником, образуя *спинную аорту*. От нее артериальная кровь поступает ко всем органам и тканям. Венозная кровь из средней и задней частей тела собирается в *непарную заднюю полую вену*, а от головы — в *парные передние полые вены*. Передние и задняя полые вены впадают в правое предсердие. Из него венозная кровь изливается в правый желудочек, а оттуда по *легочным артериям* поступает в легкие.

Лимфатическая система состоит из *лимфатических сосудов*, *лимфоузлы* есть только у водоплавающих птиц. На границе железистого и мышечного отделов желудка располагается шаровидная *селезенка*, являющаяся органом кроветворения.

Нервная система птиц устроена сложнее, чем пресмыкающихся. Это связано с разнообразными формами поведения птиц, условиями жизни и ускорением метаболических процессов в их организме. *Головной мозг* имеет крупные размеры, главным образом, за счет *переднего мозга*. Его полушария крупные, гладкие, без борозд и извилин. *Обонятельные доли* развиты слабо, что связано с недостаточным развитием органов обоняния. *Зрительные доли*, напротив, развиты хорошо. *Промежуточный мозг* развит слабо. *Мозжечок* состоит из *червячка*, развит хорошо, что является причиной-следствием сложной координации птиц при полете. *Черепно-мозговых нервов* 12 пар. *Спинной мозг*, как и у рептилий, имеет расширения в области плечевого и тазового сплетений.

Органы слуха состоят из *внутреннего и среднего уха*. *Слуховая косточка* одна. *Барабанная перепонка* лежит на дне небольшого углубления, представляющего собой зачаток *наружного слухового прохода*. Многие птицы, например, совы, обладают достаточно тонким слухом.

Птицы обладают очень хорошим зрением за счет изменения кривизны хрусталика под действием ресничной мышцы и расстояния между хрусталиком и сетчаткой. Последняя достигается путем сокращения *кольцевых мышц*, окружающих склеру. Сосудистая оболочка глазного яблока имеет вырост — гребешок. Кроме верхнего и нижнего век, во внутреннем углу глаза расположено третье веко, которое может затягивать роговицу и защищать ее при полете, сильных ветрах.

Обоняние развито слабо и только некоторые птицы (киви, трубконосы, грифы, кулики, утки) обладают им в полной мере.

Выделительная система птиц представлена *почками* и *мочеточниками*. Почки буровато-красного цвета, большие, состоящие из трех долей, лежат в углублениях под крестцом. Отходящие от них мочеточники открываются в среднем отделе клоаки. *Мочевой пузырь* закладывается на эмбриональных стадиях развития, а позже атрофируется. У эмбрионов вначале функционируют туловищные почки, а затем формируются тазовые. Моча птиц, как и рептилий, состоит из мочевой кислоты. Вода подвергается обратному всасыва-

нию в клоаке. Потребность птиц в воде невелика, за исключением домашних птиц, а многие хищные птицы ее вовсе не пьют.

В половом отношении птицы раздельнополы. Половая система самца состоит из парных *семенников* и *семяпроводов*. Семенники овальной формы, лежат в брюшной полости впереди и ниже почек. Семяпроводы имеют вид белых, сильно извитых синусов, тянущихся в клоаку по бокам от мочеточников. Объем семенников к периоду размножения может увеличиваться в 1500 раз. К их внутренним краям прилегают слабо выраженные *придатки*, от которых начинаются семяпроводы. Последние у некоторых птиц перед впадением в клоаку образуют расширения — *семенные пузыри*, где резервируется сперма. Для большинства самцов птиц характерно отсутствие *копулятивного органа*. У гусиных, тинаму и страусов он представляет собой выпячивание клоаки. Оплодотворение у птиц внутреннее, происходящее либо путем введения совокупительного органа в клоаку самки, либо путем сближения отверстий клоак самца и самки.

Половая система самок асимметрична, она состоит из *левого яичника* и *яйцевода*. Правый яичник отмечается у попугаев, сов, хищных птиц, гагар, пастушков, некоторых куриных, но является нефункционирующим. Причиной такой асимметрии является откладывание птицами очень крупных яиц. Яичник находится у переднего края левой почки, в виде зернистого тела неправильной формы. Его величина зависит от степени зрелости формирующихся яиц. В *корковом* слое яичника сосредоточены яйцеклетки, а внутренний *мозговой* слой обильно оплетен кровеносными сосудами. Незрелые яйцеклетки (овоциты) находятся в корковом слое внутри *фолликулов*. В период яйцекладки среди мелких фолликулов располагаются крупные, сильно увеличенные за счет желтка. Яйцевод имеет вид длинной трубки, открывающейся одним концом в клоаку, а противоположным — в полость тела. Из лопнувшего зрелого фолликула (*граафова пузырька*) яйцеклетка попадает в полость тела, а из нее — в *воронку* яйцевода и двигается по нему дальше. Начальный отдел яйцевода богат железами, которые выделяют белок. Он покрывает проходящие яйца толстым слоем. В среднем отделе яйцевода яйца покрываются пергаментобразными подскорлуповыми белковыми оболочками. В следующем отделе яйцевода, который физиологически соответствует матке, снабжен многочисленными железами, покрывающими яйцо известковой скорлупой и тонкой надскорлуповой оболочкой. Задняя часть яйцевода физиологически соответствует влагалищу, откуда сформировавшееся яйцо выталкивается в клоаку. Весь период прохождения яйца по яйцеводу составляет у курицы около суток, у голубя — 41 час.

Яйцо птицы представляет собой сложное образование, состоящее из яйцеклетки и покрывающих ее оболочек (*желточная, белочная, подскорлуповая, скорлуповая* и *надскорлуповая*), а также запаса питательных веществ. На верхнем полюсе желточной оболочки находится *зародышевый диск*, из которого

развивается эмбрион. Под желточной оболочкой содержится материал для питания развивающегося зародыша — *желток*. Он неоднороден по своему составу, поэтому различают слои концентрически расположенного желтого и белого желтка. Состав куриного желтка таков: воды — 50%, жиров — 23%, белков — 16%, липоидов (жироподобных веществ) — 11%. У разных видов птиц количественное соотношение входящих в состав желтка компонентов неодинаков. Снаружи от желточной оболочки располагается полужидкий *белок*, отграниченный от скорлупы *наружной* и *внутренней подскорлуповыми оболочками*. Белок яйца выполняет питательную и защитную функции. Последняя заключается в том, что он предохраняет желток от толчков и повреждений. Как питательный материал, он содержит 87% воды, 12% протеина и 1% прочих компонентов. У полюсов яйца через толщу белка к желтку идут уплотненные белковые слои, закрученные спирально — *халазы*. Своими внутренними концами они прикреплены к желточной оболочке, что позволяет желтку удерживаться в белке на одном месте. Если яйцо переворачивается, то халазы обращают желток зародышевым диском вверх, обеспечивая оптимальную температуру для развития зародыша во время насиживания яиц. На тупом конце яйца подскорлуповые оболочки расходятся, образуя пространство — *воздушную камеру*. Она обеспечивает изменение объема содержимого яйца при изменении температуры. *Скорлупа* — наружная известковая оболочка яйца, основным компонентом которой является карбонат кальция. Она защищает развивающийся зародыш от механических повреждений и обеспечивает газообмен. В поздние сроки насиживания известковые элементы скорлупы расходуются на построение скелета эмбриона, поэтому скорлупа постепенно истончается. Скорлупа покрыта тончайшей надскорлуповой оболочкой, функция которой заключается в защите содержимого яйца от проникновения в него микроорганизмов.

По особенностям развития птенцов птиц делят на *выводковых* и *птенцовых*. Птенцы выводковых птиц сразу или через непродолжительное время после выхода из яйца оставляют гнездо и могут самостоятельно передвигаться. Выходят они из яиц с открытыми глазами, хорошим слухом и развитым пуховым покровом. К этой группе относятся птицы, держащиеся на земле и у воды: утки, гуси, пастушки, дрофы, журавли, гагары, поганки, чайки, кулики, рябки, фламинго, трехперстки и др. Молодь птенцовых птиц выходит из яиц со слабо развитой мускулатурой конечностей, без пухового покрова, часто слепыми и глухими. Такие птенцы совершенно беспомощны и первые дни жизни проводят в гнезде под присмотром родителей, пока не смогут самостоятельно передвигаться и летать. К птенцовым птицам относятся воробьиные, дятлы, кукушки, удода, стрижи, голуби, зимородки, пеликаны, многие хищные птицы, совы, трубконосы и др.

Выкармливание птенцов у разных видов птиц отличается. Насекомоядные птицы при прилете в гнездо дают пищу только одному птенцу, мясоядные и зерноядные — всему выводку.

26.3. Систематический обзор

В настоящее время известно около 9000 видов птиц.

Надотряд Плавающие птицы (Impennes)

Включает только один отряд — Пингвины (Sphenisciformes). Известно 16 видов птиц, обитающих в южном полушарии и 36 видов вымерших. Это нелетающие, но отлично плавающие и ныряющие птицы. Передние конечности превращены в лапы, грудина с высоким килем. Все кости скелета непневматичные. Аптерий нет. Некоторые виды имеют складку кожи на брюхе, в которой переносят и насиживают яйца. Птенцы вылупляются из яиц с развитым пуховым покровом, но слепые и долгое время не покидают гнезда. Корм пингвины добывают только в воде, некоторые виды (очковый пингвин) могут нырять на глубину до 130 м. Пищей этим птицам служит рыба, головоногие моллюски и рачки эвфаузииды (криль). Самый крупный представитель отряда — императорский пингвин — достигает в длину до 117 см и массы 35-40 кг. Самый маленький — малый пингвин имеет длину 40 см. Населяют Антарктиду и прилегающие к ней острова, побережье Южной Африки и Новой Зеландии.

Надотряд Бегающие Птицы (Ratitae)

Включает 4 отряда: страусообразные (Struthioniformes), нандуобразные (Rheiformes), казуарообразные (Casuariiformes) и кивиобразные (Apterygiformes). Всего известно 10 видов данного надотряда, принадлежащих к самым крупным птицам мировой орнитофауны. Для них характерно отсутствие аптерий, дифференцировки перьев, киля грудины и копчиковой железы. Задние конечности хорошо развиты, с двумя-тремя пальцами (за исключением киви). Распространены в тропической Африке, Аравии, Австралии, Южной Америке и Новой Зеландии.

Надотряд Типичные птицы (Neognathae)

В большинстве случаев летающие птицы, около 8474 видов. Грудина с развитым килем, контурные перья имеют сомкнутые опахала. Кости пневматичные. Распространены на всех материках.

26.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Внутреннее строение голубя

Обозначения органов приведены на тыльной стороне препарата.

Макропрепарат Аист белый

Крупная птица на высоких ногах, с длинной шеей и клювом. Оперение белого цвета, концы перьев блестящие, черные. Клюв и ноги кирпично-красного цвета. Вокруг глаз кожа голая, а передняя часть подбородка черная.

Макропрепарат Беркут

Крупная птица с длинными и относительно узкими крыльями. Перья на затылке заостренные. Ноги мощные, с сильными и длинными когтями, цевка оперена до пальцев. Длина тела 80-95 см, масса 3-6,5 кг. Окраска перьев темно-бурая, затылок и задняя часть шеи рыжеватые.

Макропрепарат Ворон

Птица средней величины. Оперение черное с синим, зеленоватым или фиолетовым металлическим отливом. Перья зоба удлинённые, ланцетовидные. Ноги и клюв черные. Длина тела может достигать до 1м, масса 0,8-2,5 кг.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика класса птиц.
2. Систематика птиц.
3. Особенности строения кожи и мускулатуры птиц.
4. Строение скелета птиц.
5. Морфология пищеварительной системы птиц.
6. Особенности строения дыхательной системы птиц.
7. Морфология кровеносной системы птиц.
8. Строение нервной системы и органов чувств.
9. Морфология выделительной и половой систем птиц.
10. Строение яйца и развитие птиц.
11. Систематический обзор класса птиц.
12. Перелеты птиц. Значение птиц в природе и жизни человека.

27. Млекопитающие

27.1. Общая характеристика и систематика

- 27.2. Морфологический обзор
- 27.3. Систематический обзор
- 27.4. Описание макропрепаратов

Материальное обеспечение:

- влажные препараты и чучела млекопитающих;
- скелеты кролика и кошки;
- рисунки, фотографии.

Методика занятия:

- беседа по плану занятия;
- просмотр влажных препаратов и чучел млекопитающих, скелетов кролика и кошки; рисунков, их зарисовка; фотографий;
- подведение итогов, задание на следующее занятие.

27.1. Общая характеристика

1. Млекопитающие — наиболее высокоорганизованный класс позвоночных животных.

2. Тело млекопитающих покрыто шерстью, кожа снабжена потовыми и сальными железами. Млечные железы самок служат для выкармливания потомства на ранних стадиях развития.

3. Череп соединяется с позвоночником двумя затылочными мышелками, нижняя челюсть является непарной костью, квадратная и сочленовая кости превратились в слуховые косточки и располагаются в полости среднего уха.

4. Зубы дифференцированы на резцы, клыки и коренные, сидят в альвеолах верхней и нижней челюстей.

5. Сердце четырехкамерное, сохраняется только левая дуга аорты. Эритроциты не содержат ядер.

6. Центральная и периферическая нервная система получают наивысшее развитие. В результате у млекопитающих появляются четкие приспособительные реакции на воздействие факторов внешней среды.

7. Живорождение и выкармливание детенышей молоком позволило млекопитающим широко расселиться в различных климатических зонах.

8. Млекопитающие благодаря шерстному покрову обладают наиболее совершенной терморегуляцией.

9. Среди млекопитающих различают летающие, полуводные, водные, наземные и почвенные формы. По способу питания их разделяют на хищников, всеядных и травоядных животных.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata)
Подтип Позвоночные (Vertebrata)
Класс Млекопитающие (Mammalia)
Подкласс Первозвери (Prototheria)
Отряд Однопроходные (Monotremata)
Виды: ехидна австралийская (*Tachyglossus aculeatus*)
 утконос (*Ornithorhynchus anatinus*)
Подкласс Настоящие звери (Theria)
Инфракласс Низшие звери (Metatheria)
Отряд Сумчатые (Marsupialia)
Виды: кенгуру серый большой (*Macropus giganteus*)
 коала (*Phascolarctos cinereus*)
Инфракласс Плацентарные, или Высшие звери (Eutheria)
Отряд Насекомоядные (Insectivora)
Виды: еж европейский (*Erinaceus europaeus*)
 крот европейский (*Talpa europaea*)
Отряд Рукокрылые (Chiroptera)
Виды: вечерница рыжая (*Nyctalus noctula*)
 складчатогуб широкоухий (*Tadarida teniotis*)
Отряд Приматы (Primates)
Виды: мартышка зеленая (*Cercopithecus sabaeus*)
 шимпанзе обыкновенный (*Pongo troglodytes*)
 горилла (*Gorilla gorilla*)
Отряд Зайцеобразные (Lagomorpha)
Виды: заяц-беляк (*Lepus timidus*)
 кролик европейский (*Oryctolagus cuniculus*)
Отряд Грызуны (Rodentia)
Виды: бобр (*Castor fiber*)
 крыса черная (*Rattus rattus*)
 ондатра (*Ondatra zibethicus*)
Отряд Хищные (Carnivora)
Виды: волк (*Canis lupus*)
 медведь бурый (*Ursus arctos*)
 лев (*Panthera leo*)
 тигр (*Panthera tigris*)
Отряд Ластоногие (Pinnipedia)
Виды: котик морской северный (*Callorhinus ursinus*)
 морж (*Odobenus rosmarus*)
 тюлень обыкновенный (*Phoca vitulina*)
Отряд Китообразный (Cetacea)
Подотряд Усатые киты (Mystacoceti)
Виды: кит синий (*Balaena musculus*)

- кит гренландский (*Balaena mysticetus*)
- Подотряд Зубатые киты (*Odontoceti*)
- Виды: кашалот (*Physeter catodon*)
- афалина (*Tursiops truncatus*)
- косатка (*Orcinus orca*)
- Отряд Хоботные (*Proboscidea*)
- Виды: слон африканский (*Loxodonta africana*)
- слон индийский (*Elephas maximus*)
- Отряд Непарнокопытные (*Perissodactyla*)
- Виды: носорог индийский (*Rhinoceros unicornis*)
- зебра горная (*Equus zebra*)
- лошадь домашняя (*Equus caballus*)
- Отряд Мозолоногие (*Tylopoda*)
- Виды: верблюд двугорбый (*Camelus bactrianus*)
- верблюд одногорбый (*Camelus dromedarius*)
- Отряд Парнокопытные (*Artiodactyla*)
- Подотряд Нежвачные (*Nonruminantia*)
- Виды: кабан дикий (*Sus scrofa*)
- гиппопотам (*Hippopotamus amphibius*)
- Подотряд Жвачные (*Ruminantia*)
- Виды: лось (*Alces alces*)
- жираф (*Giraffa camelopardalis*)
- зубр европейский (*Bison bonasus*)

27.2. Морфологический обзор

Млекопитающие — наиболее высокоорганизованные позвоночные животные — в процессе эволюции освоили все среды обитания: наземную, водную и воздушную. В связи с этим они имеют различные особенности внешнего и внутреннего строения тела. Сильно варьируют и размеры млекопитающих: от 4,5 см и веса в 2 г (землеройка-малютка) до 33 м и веса в 150 т (синий кит).

Кожа млекопитающих состоит из *эпидермиса*, *дермы* (собственно кожи) и *подкожной жировой клетчатки*. Эпидермис — тонкий верхний слой кожи, состоящий из нескольких слоев эпителиальных клеток. Глубже лежащие слои эпителия постепенно перемещаются в верхние слои, теряют ядра, способность к делению, ороговевают и отмирают. Эти мертвые клетки постоянно слущиваются с поверхности кожи и заменяются новыми. Эпидермис выполняет защитную функцию, заключающуюся в сохранении воды и тепла организма, препятствует проникновению микробов и химических веществ. Клетки эпидермиса содержат пигмент меланин, придающей коже окраску и защищающий ее от воздействия ультрафиолетовых лучей солнца. Отдельные груп-

пы клеток эпидермиса образуют *производные кожи* — *волосы, когти, ногти, рога, копыта, чешуи*. Собственно кожа, или дерма, состоит из волокнистой соединительной ткани. Основная масса дермы образована коллагеновыми и эластическими волокнами, которые придают коже прочность и эластичность. Под слоем дермы лежит подкожная жировая клетчатка, между волокнами которой находятся жировые клетки в виде скоплений. Этот слой предохраняет тело от переохлаждения и служит резервом питательных веществ при голодании. Волосы своими основаниями погружены в особые образования (впячивания внутрь дермы нижнего слоя эпидермиса) — *волосяные луковицы*, размножение клеток которых вызывает рост волос. В дно волосяной луковицы вдается питающий сосочек дермы с кровеносными сосудами и нервами. Корень волоса находится в волосяной луковице, а его стержень выдается над поверхностью кожи. В волосяную луковицу открываются протоки *сальных желез* (от одной до трех) выделяемый секрет которых способствует эластичности волос. От нижней части волосяной луковицы отходят пучки гладких мышечных волокон, при сокращении которых волос меняет свое положение относительно поверхности кожи из наклонного в прямостоячее. В зависимости от строения волосы млекопитающих делят на две категории: *остевые* и *пуховые*. Остевые волосы длинные, упругие, с прямым или слегка изогнутым стержнем. Пуховые волосы короткие, тонкие, чаще волнообразно изогнутые. Специальное назначение имеют очень длинные волосы, образующие хвост, гриву, баки, бороду. Большинству млекопитающих свойствен двухъярусный мех, состоящий из шерсти и подшерстка. Шерсть предохраняет пуховые волосы и кожу от механических воздействий, подшерсток выполняет терморегулирующую функцию. У некоторых млекопитающих в результате редукции волос может наблюдаться отсутствие шерсти или подшерстка (только пуховые волосы у кротов, слепышей; остевые волосы летом у оленей, взрослых тюленей), а также полное отсутствие волос (китообразные). Видоизменениями волос являются *вибриссы, щетина* и *иглы*. Вибриссы располагаются на голове вокруг рта, подбородка, на щеках, над глазами. Они выполняют осязательную функцию, реагируя на прикосновения к окружающим предметам, колебания воздуха. Иглы имеют защитное значение и образуют колючий панцирь (ежи, дикобразы, ехидны). Щетина занимает промежуточное положение между волосами и иглами (свиньи, тенреки). Чешуи хорошо развиты у ящеров и броненосцев, нередко под ними располагаются костные пластины. У бобров, выхухолей, некоторых грызунов и сумчатых чешуи развиты на частях тела, подверженных постоянным механическим воздействиям. Когти и их видоизменения: ногти, копыта защищают конечные фаланги пальцев от повреждений, служат орудиями нападения и защиты, рытья, лазания по деревьям. Рога характерны для многих копытных. Чисто эпидермальное образование представляет рог носорога. У полорогих (быки, козлы) копытных рога в виде полых внутри роговых чехлов, сидящих на отростках лобных костей. Такие рога медленно

растут и сохраняются на протяжении всей жизни. У жираф и оленей на роговых отростках развивается кожа с волосами. У оленей костные стержни рогов сильно разрастаются в виде ветвей. Такие рога ежегодно сбрасываются при разрушении костной ткани у их основания. Из оставшихся костных отростков затем формируются новые рога. Они служат животным для защиты и нападения, турнирным оружием самцов во время гона. У китов имеются небные роговые образования, известные под названием “*китовый ус*”. Они пластинчатой формы, служат в качестве цедильного аппарата при питании. У некоторых млекопитающих (ламы, верблюды, альпаки и др.) на безволосых участках тела, подвергающихся частому трению и давлению, образовались утолщения эпидермиса — *кожные мозоли*. У ехидн и утконосов *челюстные роговые чехлы* функционально замещают отсутствующие зубы.

Кожные железы млекопитающих бывают *потовыми, сальными, млечными* и *пахучими*. Потовые железы располагаются в нижней части дермы в виде клубочков, а их выводные протоки открываются на поверхности эпидермиса или в волосяные сумки. Секрет потовых желез — *пот* состоит из воды, мочевины и хлорида натрия. У лошадей пот содержит много белка, образуя у переутомленного животного густую белую пену. У африканских антилоп пот голубого цвета, а у бегемотов окрашен в красный цвет. Потовые железы выполняют выделительную и терморегулирующую функции. Собаки и кошки имеют слабо развитые потовые железы, у грызунов и куньих они находятся на подошвах ног, у кротов, ящеров, сирен и китообразных начисто отсутствуют. Сальные железы залегают в верхней части дермы, а их протоки открываются в волосяные сумки. Секрет сальных желез состоит из липидов и предохраняет кожу с волосами от смачивания водой и пересыхания.

Производными потовых желез являются млечные. У большинства млекопитающих они имеют альвеолярное строение и лишь у однопроходных трубчатое. Секретом этих желез является *молоко*, служащее для выкармливания детенышей после рождения. Наибольшая секреторная активность млечных желез наблюдается в период беременности и первых дней после родов. Протоки млечных желез открываются у однопроходных на брюхе, у сумчатых — на внутренней стенке сумки, у остальных млекопитающих — на *сосках*. Количество последних зависит от плодовитости самок того или иного вида. Соски могут находиться на груди (обезьяны, сирены), на брюхе (слоны, антилопы), в области паха (китообразные). Самцы имеют рудиментарные соски.

Пахучие железы — специфические образования, выполняющие различные функции. Их летучие секреты облегчают встречу особей противоположного пола, используются для мечения территории, служат средством отпугивания врагов. У американского скунса выделения пахучих желез настолько едкие, что вызывают у человека тошноту и даже обморочное состояние.

Скелет млекопитающих внутренний, выполняет функции опоры тела, служит для прикрепления сухожилий мышц и связок, защищает жизненно-

важные внутренние органы от механических повреждений. В процессе онтогенеза скелет закладывается как хрящевой, затем окостеневаает. Наружным костным скелетом обладают только броненосцы. Скелет делится на *осевой* (череп, позвоночник) и *периферический* (кости конечностей).

В *черепе* различают два отдела: *мозговой (невральнй)* и *лицевой (висцеральный)*. Кости черепа в местах соединений образуют швы с хрящевой тканью, а их позднее срастание и окостенение обеспечивает возможность роста головного мозга. Мозговой отдел черепа состоит из *затылочной, каменистой, барабанной, чешуйчатой, клиновидных, слезных, решетчатой, сошника, носовых, теменных, межтеменной* и *лобных* костей. Висцеральный отдел черепа включает *верхнечелюстные, нижнечелюстную, небные, крыловидные* и *подъязычную* кости. Как и у рептилий, у млекопитающих четыре затылочные кости срастаются воедино, несущую *два мыщелка*.

У всех млекопитающих число *шейных позвонков* соответствует семи, лишь у ламантинов и двупалых ленивцев их 6, ящеров — 8 и трехпалых ленивцев — 9. Количество *грудных позвонков* варьирует от 9 до 25, хотя у большинства млекопитающих их 12-13. В *поясничном отделе* 2-9 (чаще 6-7) позвонков, в *крестцовом* — 1-10 (чаще 2-4), в *хвостовом* — от 3 до 49. *Первый шейный позвонок (атлант)* имеет вид широкого кольца с двумя суставными ямками, куда входят мыщелки затылочной кости. *Второй шейный позвонок (эпистрофей)* снабжен зубовидным отростком. Каждый позвонок, кроме атланта, имеет *тело, остистые* и *поперечные отростки*. Остистые отростки соединяются с телом позвонка двумя дужками, между которыми находится *спинномозговое отверстие*. Между собой позвонки соединяются *суставными отростками*. Между телами позвонков заложены *мениски* — прослойки из хрящевой ткани. Первый, второй и седьмой шейные позвонки называют *нетипичными*, третий, четвертый, пятый и шестой — *типичными*.

Рёбра у млекопитающих полного развития достигают в грудной области, где соединяясь с *грудиной* образуют *грудную клетку*. В поясничном и крестцовом отделах рёбра сильно редуцированы.

Плечевой пояс млекопитающих состоит из *лопатки, коракоида* и *ключицы*. Лопатка имеет вид треугольной кости, лежащей на дорсо-латеральной поверхности грудной клетки. Верхняя поверхность лопатки снабжена *костным гребнем*, к которому прикрепляются мышцы. У плацентарных млекопитающих коракоид прирастает к лопатке, образуя отросток. Ключица в виде палочковидной кости, соединяющей плечо с грудиной. У хоботных, копытных и некоторых хищных млекопитающих ключица отсутствует, что связано с характером их передвижения.

Тазовый пояс представлен парными *безымянными костями*, образовавшихся в результате срастания *подвздошных, седалищных* и *лонных* костей. В месте их срастания располагается *вертлужная впадина* — место приращения суставной головки бедренной кости.

Передняя конечность состоит из *плечевой кости, костей предплечья (локтевая и лучевая) и кисти*. В состав последней входят кости *запястья, пясти* и *фаланг пальцев*. Запястье состоит из 8-10 костей, расположенных в три ряда. В состав пясти входит пять костей. Кисть представлена *пятью пальцами*, по три фаланги в каждом, за исключением первого, имеющего всего две фаланги.

Задняя конечность состоит из *бедренной кости, костей голени (большая и малая берцовые) и стопы*. Сустав между бедром и голенью прикрыт спереди коленной чашечкой, образовавшейся из окостеневших мышечных сухожилий. Стопа включает три ряда костей *предплюсны*, среди которых обособлена пяточная кость, пять костей *плюсны* и пять *пальцев*. Каждый палец (часто за исключением первого внутреннего) имеет по три фаланги. Число пальцев конечностей и их развитие у млекопитающих неодинаково. У летучих мышей лучше развиты второй, третий, четвертый и пятый пальцы, у парнокопытных — третий и четвертый, у непарнокопытных — третий.

Мышечная система у млекопитающих достигает наиболее совершенного развития. *Скелетная мускулатура* состоит из поперечнополосатой мышечной ткани. Наилучшего развития достигают мышцы конечностей, шеи, дыхательная и сердечная мускулатура. В области головы развиты жевательные и подкожные лицевые мышцы. Между органами грудной и брюшной полостей в виде купола залегает непарная мышца — *диафрагма*. При сокращении она отодвигается в сторону брюшной полости и способствует вдоху, при расслаблении — выпячивается в грудную полость и способствует выдоху. Центральная часть диафрагмы состоит из сухожилия, переходящего в мышечные пучки по краям.

Пищеварительная система млекопитающих отличается наибольшей сложностью и дифференцировкой. Пищеварительный тракт начинается *предротовой полостью* — пространством между губами и аркадами зубов. В ротовой полости млекопитающих имеется несколько пар *слюнных желез, зубы, мускулистый подвижный язык*. Далее располагаются *глотка, пищевод и желудок*. Последний имеет мешковидную форму, лежит в левой части брюшной полости и прикрыт сверху печенью. Желудок состоит из двух отделов: *кардиального и пилорического*. У жвачных различают собственно желудок — *сычуг* и *преджелудки: рубец, сетку, книжку*. Слабо переваренная пища поступает в рубец, где подвергается мацерации и биохимической ферментации симбионтных организмов (бактерий, грибков, инфузорий). Из рубца пища поступает в сетку и отрывается в ротовую полость. После тщательного вторичного пережевывания кашицеобразная пища стекает по *пищеводному желобу* в книжку, а оттуда — в сычуг. Сложный многокамерный желудок имеют китообразные, сирены, ленивцы и др. звери. *Кишечник* имеет два отдела: *тонкий и толстый*. Передняя часть тонкого кишечника носит название *двенадцатиперстной кишки*. Ее слизистая оболочка снабжена пальцеобразными выпячива-

ниями — *кишечными ворсинками* (1500-2000 на 1см²). Они выполняют роль насоса, всасывая питательные вещества. Стенка двенадцатиперстной кишки богата трубчатыми и сложнотрубчатыми железами, которые вырабатывают *кишечный сок*, включающий в свой состав около 20 ферментов. За двенадцатиперстной следует *тощая кишка* — наиболее длинная часть кишечника, переходящая в *подвздошную*. Толстый отдел кишечника состоит из *слепой, ободочной* и *прямой* кишек. Здесь происходит окончательное всасывание питательных веществ, а в прямой кишке формируются каловые массы. Слизистая оболочка толстого кишечника лишена ворсинок. Их место занимает *однослойный призматический эпителий*. Прямая кишка заканчивается *анальным отверстием*. Пищеварительные железы млекопитающих представлены слюнными, кишечными, *печенью* и *поджелудочной железой*. Слюнные железы вырабатывают секрет (*слюну*), который поступает в ротовую полость и служит для смачивания пищи, а также облегчает ее проталкивание в глотку и пищевод. Слюна содержит 99% воды и 1% сухого вещества. В ее состав входят ферменты амилаза, мальтаза и др., участвующие в первоначальном расщеплении углеводов. У жвачных, непарнокопытных и плотоядных эти ферменты не вырабатываются. Наиболее крупными слюнными железами являются *околоушные, нижнечелюстные* и *подъязычные*. Под куполом диафрагмы лежит *печень*. Она секретирует *желчь*, поступающую в *желчный пузырь*, а из него — в просвет двенадцатиперстной кишки. У некоторых млекопитающих, например, лошадей и крыс, желчный пузырь отсутствует. В состав желчи входит вода, соли желчных кислот, пигменты, холестерин, мочевины, мочевая кислота и другие вещества. Под влиянием желчи происходит эмульгация жиров, что облегчает действие фермента липазы, расщепляющего их. Поджелудочная железа располагается вдоль двенадцатиперстной кишки, куда открывается своим протоком. Секрет поджелудочной железы состоит из ферментов, нуклеиновых кислот, жиров и углеводов. Поджелудочная железа вырабатывает два гормона: *инсулин* и *глюкагон*, участвующие в регуляции углеводного обмена. Недалеко от желудка находится *селезенка* — орган кроветворения.

Дыхательная система млекопитающих включает *носовую полость, носоглоточные ходы, гортань, трахею, бронхи* и *легкие*. В носовой полости и носоглоточных путях воздух согревается, увлажняется, очищается от мелких пылевых частиц и обеззараживается, т.к. слизь носовой полости обладает бактерицидными свойствами. Гортань млекопитающих состоит из хрящей (надгортанник, щитовидный, кольцевидный, черпаловидные), соединенных между собой подвижно связками и мышцами. Между щитовидным и черпаловидным хрящами залегают *голосовые связки*, при вибрации которых возникают звуки. Гортань переходит в трахею, стенки которой образованы хрящевыми кольцами. Трахея при подходе к легким разделяется на два *главных бронха*, которые внутри легких делятся на *бронхи второго, третьего и четвертого порядков*. Последние образуют мельчайшие каналы — *бронхиолы*, конечные расши-

рения которых называются *легочными пузырьками*, или *альвеолами*. Они сплетены густой сетью капилляров, благодаря чему осуществляется газообмен. Число альвеол составляет несколько миллионов, поэтому общая поверхность легких составляет десятки квадратных метров (у человека — 90 м²). При вдохе грудная клетка расширяется, диафрагма отодвигается в сторону брюшной полости, легкие расширяются. При выдохе грудная клетка сужается, диафрагма принимает форму купола, изгибается в сторону грудной полости, легкие спадаются.

Кровеносная система млекопитающих замкнутая, с двумя кругами кровообращения, желудочек разделён полной перегородкой на правую и левую половины. Млекопитающие являются *гомойотермными животными*, т.е. имеют постоянную температуру тела независимо от условий окружающей среды. *Сердце* четырехкамерное, заключено в околосердечную сумку — *перикард*. От левого желудочка отходит единственная *левая дуга аорты*. По ней артериальная кровь разносится ко всем органам и тканям тела. Венозная кровь собирается в *переднюю* и *заднюю полые вены*, впадающие в правое предсердие. Такова циркуляция крови по большому кругу кровообращения. Малый круг кровообращения начинается *легочными артериями* из правого желудочка. По ним венозная кровь поступает в легкие, а оттуда, окислившись, возвращается по *легочным венам* в левое предсердие. Из него артериальная кровь вновь поступает в левый желудочек. Отверстия между желудочками и предсердиями снабжены *створчатými клапанами*, препятствующими обратному току крови. В начале аорты и легочной артерии имеются карманообразные *полулунные клапаны*, выполняющие аналогичную функцию. Сокращение и расслабление (систола и диастола) предсердий и желудочков происходит в следующей последовательности: вначале предсердия наполняются кровью и сокращаются, кровь выталкивается в желудочки, затем расслабляются предсердия и сокращаются желудочки — кровь проталкивается в аорту и легочные артерии. В последствии наступает общее расслабление предсердий и желудочков.

Кровь состоит из жидкой *плазмы* и *форменных элементов*. В плазме содержатся соли, питательные вещества, белки, ферменты и др. К форменным элементам относятся *эритроциты*, *лейкоциты*, *лимфоциты* и *моноциты*. Эритроциты являются переносчиками кислорода, благодаря пигменту гемоглобину, способному окисляться и восстанавливаться. Эритроциты имеют форму плоского двояковогнутого диска и не содержат ядер. Лейкоциты служат транспортерами питательных веществ, поглощают микроорганизмов и обезвреживают их токсины. Кровь образуется в красном костном мозге, селезенке, лимфоузлах и зубной железе. Часть плазмы крови, выходя через стенки капилляров, образует лимфу. Она по лимфатическим сосудам собирается в *грудной лимфатический проток*, и поступает в сердце. Лимфатические сосуды подходят к *лимфоузлам*, где лимфа обогащается лимфоцитами, освобож-

дается от микроорганизмов и токсинов. Обогащение лимфы лимфоцитами также происходит в одиночных лимфоузлах кишечника — *пейеровых бляшках*, и глотки — *миндалинах*.

Центральная нервная система млекопитающих состоит из *головного и спинного мозга*. В головном мозге хорошо развиты *большие полушария*, поверхность которых покрыта *бороздами* и *извилинами* (за исключением однопроходных). *Серое мозговое вещество* лежит не только на дне, но и на крыше мозга, формируя *вторичный мозговой свод*, или *неопаллиум*. Впереди больших полушарий лежат относительно крупные *обонятельные доли*. *Промежуточный мозг* расположен под полушариями переднего мозга. Основную часть промежуточного мозга занимают *зрительные бугры*. Надбугорная часть несет *эпифиз* — рудимент теменного органа рептилий, подбугорная часть — воронку, составляющую дно третьего желудочка, и *гипофиз*. Последний делится на переднюю, среднюю и заднюю части, вырабатывающие особые гормоны. За промежуточным мозгом следует *средний мозг* с т.н. четверохолмием, передние бугры которого связаны с восприятием световых, а задние — слуховых раздражений. Желудочек этого отдела мозга имеет вид узкого канала, именуемого *силвиевым водопроводом*. *Мозжечок* состоит из *средней доли (червячка)* и *боковых долей (полушарий)*, которые связаны между собой лежащей под ними комиссурой из нервных волокон — *варолиевым мостом*. Основная функция мозжечка заключается в координации движений и мышечного тонуса (регуляции равновесия тела в пространстве). *Продолговатый мозг* содержит ряд жизненно важных нервных центров (дыхательный, сосудодвигательный и др.), а его желудочек образует ромбовидную ямку и переходит в канал спинного мозга.

Спинной мозг является продолжением продолговатого, располагается в позвоночном канале. В поясничной, реже грудной области позвоночника спинной мозг заканчивается, а пучок отходящих от него нервов вместе с конечной нитью самого мозга образует “конский хвост”. Серое вещество в спинном мозге находится внутри, а белое — по периферии. В плечевой и поясничной областях спинной мозг образует утолщения, размеры которых находятся в прямой зависимости от степени развития конечностей.

Периферическая нервная система млекопитающих представлена нервными волокнами, отходящими от головного и спинного мозга. Различают *черепно-мозговые* и *спинномозговые нервные волокна*. Черепно-мозговых нервов у млекопитающих 12 пар. Периферическую нервную систему условно делят на *соматическую*, иннервирующую мускулатуру и органы чувств, и *вегетативную*, иннервирующую внутренние органы. Последняя, в свою очередь, делится на *симпатическую* и *парасимпатическую*. Они обуславливают постоянство внутренней среды организма (гомеостаз), оказывая противоположное физиологическое действие на органы и ткани.

Органы чувств млекопитающих являются различные *анализаторы*. Наиболее просто устроен *кожный*, или *осязательный анализатор*. Его рецепторами служат свободные нервные окончания в эпителии, осязательные клетки, оплетенные сетью нервных волокон и осязательные тельца, образованные группами осязательных клеток. Химические раздражения воспринимаются *вкусовыми почками*, которые располагаются на грибовидных, листовидных и нитевидных сосочках языка. *Равновесно-слуховой анализатор* достигает у млекопитающих наибольшего развития. Он состоит из *слуховых нервов, внутреннего, среднего, наружного уха* и нервного центра в височной области головного мозга. Внутреннее ухо включает *улитку* с подходящим к ней слуховым нервом. Улитка имеет два мешочка — круглый и овальный. С последним из них соединяются три *полукружных канала*, заполненные эндолимфой с мельчайшими известковыми тельцами. Функция полукружных каналов заключается в определении положения тела животного. Все вместе эти образования составляют *перепончатый лабиринт*, находящийся в костном лабиринте каменистой кости черепа. В среднем ухе находятся три *слуховые косточки: стремечко, наковальня и молоточек*. Так возникает цепочка, передающая звуковые колебания от барабанной перепонки через среднее ухо к внутреннему. Среднее ухо сообщается с полостью глотки евстахиевыми трубами, а от наружного уха отделяется *барабанной перепонкой*. Для наружного уха характерно значительное развитие *наружного слухового прохода* и *ушной раковины*. Последняя обладает подвижностью, что значительно облегчает улавливание звуковых волн. Водные и подземные формы млекопитающих ушных раковин не имеют.

Летучие мыши и китообразные выработали механизм ориентации с помощью ультразвуковой эхолокации. Сущность ее заключается в улавливании отраженных от предметов звуков высокой частоты, издаваемых голосовым аппаратом этих животных. Это позволяет им не только обнаруживать предметы, но и определять расстояние до них.

Обонятельный анализатор млекопитающих состоит из воспринимающего аппарата, проводящих путей и коркового центра. В задней части носовой полости расположены *обонятельные раковины*, покрытые чувствительным эпителием. На поверхности его клеток находится множество микроскопических ресничек, увеличивающих площадь соприкосновения с пахучими веществами. От обонятельных клеток отходят нервные отростки — *обонятельные нити*, часть из которых заканчивается в обонятельных луковицах, а часть — в обонятельной области головного мозга. Большинство млекопитающих обладает хорошо развитым обонянием (макросматики), слабо развито оно у обезьян, китообразных и человека (микросматики) и отсутствует у зубатых китов (аносматики).

Зрительный анализатор состоит из воспринимающего аппарата — *глаз*, проводящих путей — *зрительных нервов*, и *зрительного центра* в коре

больших полушарий. Наружная часть глазного яблока представлена *белковой фиброзной оболочкой*, которая в передней части образует стекловидную *роговицу*, а в остальной части — непрозрачную *склеру*. Под ней располагается *сосудистая оболочка*, переходящая спереди в *ресничное тело* и *радужную оболочку*. Последняя в середине имеет отверстие — *зрачок*. Под сосудистой оболочкой лежит *пигментная оболочка* и *сетчатка*. За зрачком располагается *хрусталик*, прикрепляющийся *цинновыми связками* к ресничному телу. Впереди зрачка находится *передняя камера глаза*, заполненная водянистой жидкостью, сзади — *задняя камера*. Она заполнена прозрачным *стекловидным телом* гелеобразной консистенции. В месте отхождения *глазного нерва* расположено *слепое пятно*, а вблизи него — *желтое пятно* — место наиболее четкого видения объектов. Луч света, проходя через роговицу, жидкость передней камеры глаза, зрачок, хрусталик и стекловидное тело, попадает на сетчатку. На ней появляется уменьшенное перевернутое изображение. Наружный слой сетчатки состоит из *пигментных клеток*, содержащих пигмент *фусцин*. Под ним располагается слой *светочувствительных клеток* — *колбочек* и *палочек* (фоторецепторов). Через них нервные импульсы, возникающие при воздействии света, передаются ганглиозным клеткам. Аксоны последних образуют волокна зрительного нерва. Фоторецепторы сетчатки содержат светочувствительные вещества: палочки — *родопсин* (пигмент красного цвета), колбочки — *йодопсин* (пигмент фиолетового цвета). На свету родопсин разлагается на ретинин (альдегид витамина А) и белок опсин. В темноте происходит восстановление родопсина, для чего используется витамин А, содержащийся в пигментном слое сетчатки. Палочки в 1000 раз чувствительнее к свету, чем колбочки. При слабом освещении функционируют только палочки, при ярком свете — колбочки. В связи с этим, у животных, ведущих дневной образ жизни в сетчатке преобладают колбочки, а у ночных животных — палочки. Аккомодация зрения осуществляется у млекопитающих путем изменения кривизны хрусталика, расширения и сужения зрачка. Цветное зрение связано с функцией колбочек. Одни из них воспринимают красный свет, другие — зеленый, третьи — фиолетовый. Лучи разных частей спектра неравномерно возбуждают различные виды колбочек, дающих различные по силе нервные импульсы. При равномерном одновременном возбуждении всех видов колбочек возникает ощущение белого цвета. Цветовое зрение у млекопитающих изучено недостаточно. Методом условных рефлексов установлено, что лошади и крупный рогатый скот хорошо различают цвета, а в отношении собак и кошек общего мнения нет. Защитными образованиями глаз являются *веки*, выстланные изнутри слизистой оболочкой — *конъюнктивой*. *Третье веко* рудиментарное, располагается во внутреннем углу глаза. Веки снабжены *ресницами*, которые предохраняют поверхность глаза от засорения. Увлажнение конъюнктивы, склеры и роговицы осуществляется секретом *слезных желез*,

находящихся в наружных углах глаз. Избыток слезной жидкости стекает по слезному каналу в носовую полость.

Двигательный анализатор (мышечно-суставное чувство) дает представление о положении тела и его отдельных частей в пространстве. В мышцах, сухожилиях, связках, на поверхности суставов находятся *проприорецепторы*. От них нервные импульсы поступают в теменную область коры больших полушарий.

Интерорецептивные анализаторы посылают в центральную нервную систему сигналы о состоянии внутренних органов. Одни из них реагируют на изменение давления, другие — химического состава крови, лимфы, третьи — температуры. Все центры анализаторов связаны между собой в коре больших полушарий, поэтому возбуждение одного центра влияет на состояние остальных. В результате взаимодействия анализаторов осуществляются сложные аспекты поведения животных.

Железы внутренней секреции регулируют обменные процессы между внутренними органами, оказывают влияние на рост и развитие организма путем выделения своих инкретов в кровь или лимфу. К железам внутренней секреции млекопитающих относятся: *гипофиз, эпифиз, щитовидная железа, околощитовидные железы, надпочечники, поджелудочная железа, яичники и семенники, тимус*.

Гипофиз — округлой формы орган, массой 3-4 г, лежащий в ямке турецкого седла клиновидной кости. Эта железа вырабатывает *гормон роста*, регулирует функцию щитовидной железы, стимулирует работу надпочечников, сперматогенез у самцов и развитие яйцевых фолликулов у самок, стимулирует образование молока в молочной железе, способствует обратному всасыванию воды из первичной мочи в почечных канальцах, повышает артериальное давление, вызывает сокращение гладких мышц матки.

Эпифиз, или шишковидная железа — небольшой орган конической формы, массой 1,5 г. Находится между полушариями переднего мозга и мозжечком.

Щитовидная железа располагается вблизи гортани. Ее гормоны стимулируют клеточное дыхание, усиливают расщепление белков, жиров и углеводов, влияют на рост и развитие животных, угнетают функцию остеокластов.

Околощитовидные железы — парные образования округлой или овальной формы, находятся снаружи и внутри щитовидной железы. Вырабатывают *паратгормон*, регулирующий уровень кальция и фосфора в крови, стимулирует активность остеокластов, усиливает всасывание кальция из кишечника и канальцев почек.

Надпочечники — парные железы, лежащие краниомедиальнее почек. Вырабатывают *глюкокортикоиды, минералкортикоиды и половые гормоны*. Глюкокортикоиды участвуют в регуляции углеводного обмена, минералкор-

тикоиды регулируют минеральный и водный обмен, половые гормоны влияют на развитие половых признаков, но вырабатываются в небольшом объеме.

Поджелудочная железа выделяет *инсулин* и *глюкагон*. Под влиянием инсулина происходит окисление глюкозы в клетках, превращение ее в гликоген и жир. Глюкагон превращает гликоген в глюкозу, усиливает расщепление жира в жировой ткани.

Мужские половые железы (*семенники*) выделяют в кровь *андрогены*. Они стимулируют рост и развитие половых органов самцов, способствуют появлению вторичных половых признаков и определяют половое поведение самцов (влечение к самкам) в период размножения.

Женские половые железы (*яичники*) вырабатывают *эстрогены* и *прогестерон*. Эстрогены стимулируют рост половых органов и молочных желез, а у половозрелых самок вызывают циклические изменения в половых органах и течку, состояние половой охоты, обеспечивая спаривание с самцом. Прогестерон способствует закреплению оплодотворенной яйцеклетки в матке, беременности и развитию железистой ткани в молочных железах. Он тормозит появление охоты, делает мышцы нечувствительными к окситоцину.

Тимус (вилочковая железа) — основной орган иммунитета. Это дольчатый орган, лежащий в области трахеи. Тимус хорошо развит только у новорожденных, у взрослых животных он постепенно атрофируется. Из тимуса выделено пять биологически активных полипептидов. Наиболее изучены из них *тимозин*, *тимин* и *T-активин*. Эти вещества оказывают стимулирующее влияние на развитие и созревание лимфоцитов.

Выделительная система млекопитающих представлена парными *тазовыми почками*, *мочеточниками*, *мочевым пузырем* и *мочеиспускательным каналом*. Почки у большинства млекопитающих имеют гладкую поверхность, бобовидной формы. У медведей, китообразных, ластоногих почки состоят из большого количества отдельных долек (множественные). В почке различают *наружную (корковую)* и *центральную (мозговую)* зоны. В корковой зоне находятся *почечные тельца (капсулы Боумена-Шумлянского)* с *сосудистыми клубочками* и *извитыми почечными канальцами*. Мозговая зона содержит *прямые собирательные канальцы*, соединяющиеся в пирамиду, которая открывается сосочком в воронкообразный резервуар — *почечную лоханку*. От ней берет начало мочеточник, впадающий в мочевой пузырь. У самок моча выводится через мочеиспускательный канал, идущий по вентральной поверхности влагалища и открывается особым отверстием — *дивертикулом*. У самцов мочеиспускательный канал соединяется с семяпроводами, образуя *мочеполовой канал*, открывающийся на конце копулятивного органа.

В половом отношении млекопитающие раздельнополы. Половая система самца представлена парными *семенниками* и их *придатками*, *семяпроводами*, *мочеполовым каналом*, *придаточными половыми железами* и *копулятивным органом (половым членом)*. Семенники лежат вне полости тела в осо-

бом кожаном мешке — *мошонке*, которая разделена на две камеры. К каждому семеннику прилегает зернистое тело — придаток семенника, представляющий собой клубок сильно извитых *семявыносящих канальцев*. От придатка берет свое начало семяпровод (гомолог вольфова канала), который у корня полового члена впадает в мочеиспускательный канал. В нижней части семяпроводы образуют парные тела с ребристой поверхностью — *семенные пузырьки*, выделяющие жидкость для поступающих из семенников сперматозоидов. Придаточные половые железы представлены парными *пузырьковидными, бульбоуретральными* и непарной *предстательной железой*. Пузырьковидные железы залегают по бокам от шейки мочевого пузыря. Предстательная железа находится на дорсальной поверхности шейки мочевого пузыря. Бульбоуретральные железы расположены в начальной части мочеполового канала. Секреты придаточных половых желез и сперматозоиды образуют гелеобразное вещество — *сперму*, имеющую беловатый цвет и обладающую специфическим запахом. Половой член (*пенис*) состоит из *головки, тела, корня* и двух *ножек*. В основе головки лежит одно *венозное пещеристое (кавернозное) тело*, а в теле члена — два. Они продолжают в ножки пениса, которые закрепляются на седалищных буграх тазовых костей. Тело полового члена имеет *дорсальный желоб*, где проходят артерии, вены, нервы и вентральный желоб с мочеполовым каналом. У некоторых млекопитающих (собаки, кошки) в половом члене находится кость — *os penis*. Снаружи головку полового члена покрывает кожная складка — *препуций*, предохраняющая нежную кожу головки от повреждения.

Женская половая система состоит из *яичников, яйцеводов, матки, влагалища* и *наружных половых органов*.

Яичники — органы овальной формы, размером 2-5 см, массой 10-20 г. Они подвешены на собственной связке под 5-6 поясничными позвонками. В яичниках происходит образование и созревание яйцеклеток.

Яйцеводы — тонкие извитые трубчатые органы, с расширенной краниальной частью (*воронкой*), которая открывается в брюшную полость. Каудальные части яйцеводов без резких границ переходят в рога матки. В яйцеводах происходит окончательное созревание яйцеклеток.

Матка имеет *тело, два рога* и *шейку*. Рога матки изогнуты, сливаясь вместе они формируют тело матки. В рогах матки находятся 80-120 выпячиваний ее стенки (*карункулов*), составляющих материнскую плаценту. Полость матки сообщается с влагалищем через канал шейки.

Влагалище расположено в тазовой полости под прямой кишкой. В верхней передней части влагалища (*преддверия*) находится *клитор* (гомолог пениса самцов), состоящий из *ножек, тела, головки* и *препуция*.

Наружные половые органы представлены двумя кожными складками — *срамными губами*, между которыми имеется *срамная щель*.

Оплодотворение яйцеклетки происходит в верхней трети яйцевода. Образовавшаяся зигота начинает дробиться, формируя дочерние клетки — *бластомеры*. В фазе морулы бластомеры дифференцируются на два слоя: наружный — *трофобласт (питающий зародышевый листок)* и внутренний — *эмбриобласт (собственно зародышевый листок)*. В дальнейшем основная масса клеток эмбриобласта образует *зародышевую пластинку*, а оставшиеся клетки образуют стенку желточного мешка. Сокращениями стенок яйцеводов и движением ресничек его эпителия яйцо продвигается в матку. При попадании в нее, зародыш освобождается от яйцевой оболочки и ее функцию берет на себя трофобласт. Его клетки оказывают биохимическое воздействие на стенку матки, вызывая в месте соприкосновения ответные реакции с ее стороны, что обуславливает возможность прикрепления зародыша, т.е. его имплантацию. Вступив в тесный контакт с материнским организмом, зародыш начинает быстро расти, происходит формирование *плодных оболочек*. Ближайшая к зародышу оболочка — *амнион*, возникает в результате углубления зародышевой пластинки в толщу плодного пузыря и смыкания над ней складки наружного зародышевого листка. Нижняя часть складки образует амнион, а верхняя — наружную оболочку — *прохорион*, на всей поверхности которого возникают особые выросты — *ворсинки*. Выпячивание задней части первичной кишки дает начало третьей зародышевой оболочке — *аллантоису*. Разрастаясь, он внедряется в пространство между амнионом и прохорионом, а его кровеносные капилляры врастают в ворсинки прохориона, превращая последний в *хорион* — сосудистую оболочку. У высших (плацентарных) млекопитающих развивается специальный временный орган связи плода с материнским организмом — *плацента*, или детское место, послед. Закладывается этот орган путем внедрения ворсин хориона в стенку матки, чем обеспечивается тесная связь между кровеносными системами матери и зародыша. Через плаценту происходит поступление из крови матери питательных веществ и кислорода к зародышу, удаление углекислого газа и продуктов метаболизма. Сама плацента выделяет секреты, действующие как на зародыш, так и на организм матери. После родов в стенке матки на месте имплантации эмбрионов остаются т.н. плацентарные пятна.

У млекопитающих отличие самцов от самок обусловлено не только первичными половыми признаками, но и целым рядом *вторичных половых признаков*. Самцы обычно несколько крупнее самок, обладают более крепким телосложением, волосяной покров у них грубее. Большинство вторичных половых признаков развивается под влиянием половых гормонов, что доказывается сглаживанием различий между особями разных полов, наступающими вслед за кастрацией или нарушением деятельности половых желез. Все млекопитающие, за исключением однопроходных (утконосы, ехидны, проехидны) являются живородящими животными.

27.3. Систематический обзор

Класс Млекопитающие (Mammalia) включает два подкласса: Первозвери (Prototheria) и Настоящие звери (Theria).

В подклассе Первозвери только один отряд -- Однопроходные (Monotremata), куда входят два семейства: Ехидны (Echidnidae) и Утконосы (Ornithorhynchidae). Ехидны — наземные роющие млекопитающие, ноги которых вооружены длинными и сильными когтями. Тело покрыто жестким волосом и острыми иглами. Челюсти покрыты роговыми чехлами, функционально замещающими зубы. Самка откладывает 1-2 яйца и вынашивает их в кожистой сумке на брюхе. Вылупившиеся детеныши покидают сумку при длине тела более 8 см. Ехидны обитают в Австралии и Новой Гвинее. Утконосы — полуводные животные, покрытые густой, короткой и жесткой шерстью. Пальцы на лапах соединены плавательными перепонками. Морда снабжена широким роговым клювом, с роговыми пластинками внутри. Населяют стоячие и слабопроточные водоемы с густыми прибрежными зарослями. Самки откладывают 2 яйца. Выводковой сумки нет. Единственный вид — австралийский утконос.

Подкласс Настоящие звери включает 18 отрядов.

Отряд Сумчатые (Marsupialia) включает 16 семейств. Характерной чертой сумчатых является наличие сумчатых костей (особых косточек таза), развитых как у самцов, так и у самок. Для вынашивания детенышей на брюхе располагается кожная складка — сумка. Каудальные края нижней челюсти загнуты внутрь. Протоки млечных желез открываются у края сосков. Задние конечности развиты лучше передних. Наибольшее разнообразие сумчатых характерно для Австралии, меньшее количество видов встречается в Южной Америке и Азии.

Отряд Насекомоядные (Insectivora) включает 8 семейств. Эти животные, в большинстве случаев, обладают небольшими размерами, имеют удлиненную конусовидную голову с вытянутым хоботкообразным носом. Тело покрыто густым бархатистым мехом, у отдельных видов — жесткими щетиноподобными волосами или короткими иглами. Для многих насекомоядных характерно наличие пахучих желез. Ископаемые остатки этих животных встречаются в отложениях нижнего мела мезозойской эры.

Отряд Рукокрылые (Chiroptera) включает 19 семейств. Это мелкие или средних размеров млекопитающие, способные к длительному маневренному полету. Передние конечности имеют удлиненные кости. Между плечом, предплечьем, пальцами и задними конечностями натягивается тонкая эластичная летательная перепонка. Ушные раковины большие. Рукокрылые — сумеречные и ночные животные, населяющие умеренный, субтропический, тропический и экваториальный пояса земного шара. Питаются насекомыми, пыльцой и плодами растений, кровью диких и домашних млекопитающих.

Отряд Приматы (Primates) включает 12 семейств. Обладают хорошо развитыми пятипалыми хватательными конечностями, приспособленными к лазанию по деревьям. Для всех приматов характерно наличие ключицы, полное разделение лучевой и локтевой костей. Большой, или первый палец подвижен, часто противопоставлен остальным пальцам. Концевые фаланги пальцев снабжены ногтями. При передвижении по земле приматы опираются на всю стопу. Редукция обоняния, усиленное развитие органов зрения и слуха связаны с древесным образом жизни. Глаза направлены вперед. Сокращение лицевого и развитие мозгового отдела черепа определено прогрессивной эволюцией головного мозга. К размножению способны на протяжении всего года.

Отряд Зайцеобразные (Lagomorpha) включает два семейства: Зайцевые и Пищуховые. Верхние челюсти вооружены двумя, а нижние — одной парой резцов. Клыки отсутствуют, резцы от коренных зубов отделены широким беззубым пространством — диастемой. Зубы лишены корней. У большинства зайцеобразных большие трубкообразные уши, задние конечности длиннее передних. Передние конечности пятипалые, задние — четырехпалые. Хвост короткий. Волосяной покров разнообразный. Обычна его сезонная смена и изменение окраски. Бегают быстро, прыжками, отталкиваясь задними конечностями. Питаются преимущественно растительной пищей.

Отряд Грызуны (Rodentia) включает 33 семейства. Внешний вид грызунов различен: уши маленькие или отсутствуют, иногда достигают длины более половины туловища; передние конечности с 5 пальцами, задние — с 3-5; хвост короткий или длинный. Клыки отсутствуют, резцов по одной паре на верхних и нижней челюстях. Резцы не имеют корней и растут на протяжении всей жизни животных. Некоторые виды имеют складки кожи по бокам тела и способны к планирующему полету. Для большинства представителей отряда характерна высокая плодовитость: до 6-8 пометов в год по 8-15 детенышей в каждом. Некоторые грызуны (ондатра, белка, шиншилла и др.) имеют промысловое значение. Среди грызунов много вредителей сельскохозяйственных и лесных культур, пищевых запасов. Крысы и мыши вместе с человеком расселились по всему земному шару, приспособившись к жизни в домах, на кораблях и в производственных помещениях. Велико эпидемиологическое значение грызунов как переносчиков инфекционных и инвазионных (в т.ч. трихинеллеза) заболеваний домашних животных и человека. Предками грызунов являлись примитивные насекомоядные млекопитающие.

Отряд Хищные (Carnivora) включает 7 семейств: Волчьи (Canidae), Медвежьи (Ursidae), Енотовые (Procyonidae), Куньи (Mustelidae), Виверровые (Viverridae), Гиеновые (Hyaenidae) и Кошачьи (Felidae). Звери, входящие в этот отряд, отличаются необычайным разнообразием внешнего вида, величины, особенностями строения и поведения. Большинство хищных являются наземными животными, реже полуводными (норка, выдра, калан). На лапах по 4

пальца, а у медведей, волков, собак и кошек 5 с острыми втягивающимися когтями. Хвост длинный, часто покрыт густой шерстью. Череп с костными гребнями, широко поставленными скуловыми дугами и отростками в затылочной части, служащими для прикрепления мощной мускулатуры. Клыки крупные и острые. Большинству видов свойствен одиночный или одиночно-семейный образ жизни на определенной территории. Питаются, в основном, животной пищей, реже растительной. Для охоты часто объединяются в группы (стаи волков, шакалов, гиен, прайды львов). Среди хищных преобладает моногамия (постоянные пары), причем сохраняющаяся на всю жизнь. Гон нередко сопровождается драками самцов. Животные, ведущие групповой образ жизни, имеют иерархию (вожак, подчиненные особи, самки). Эволюционно хищные ведут свое существование от эоценовых примитивных хищников креодонтов, по внешнему виду напоминавших мелких куниц. Населяют все материки и климатические зоны, кроме Антарктиды.

Отряд Ластоногие (*Pinnipedia*) включает 3 семейства: Ушастые тюлени (*Otariidae*), Моржовые (*Odobenidae*) и Настоящие тюлени (*Phocidae*). Ластоногие — водные морские и океанические млекопитающие. Отряд насчитывает около 30 видов этих животных. Большинство из них — крупные, или средней величины звери, с длиной тела от 1,2 до 6 м и весом от 20 кг до 5 т. Тело удлиненное, суживающееся к голове и задней части. Шея толстая, не отграничена резко от головы и туловища. Значительная часть конечностей скрыта в кожном туловищном мешке. На передних конечностях наружу выступают половина предплечья и кисть, на задних — треть голени и стопа. Кости плеча, предплечья, бедра и голени сильно укорочены. Пальцы конечностей соединены между собой толстой кожистой перепонкой в т.н. ласты. Когти на пальцах хорошо развиты у настоящих тюленей, у моржей и ушастых тюленей они рудиментарны. Конечности ластоногие используют только для передвижения и совершенно не могут ими пользоваться с целью удержания добычи. При плавании основную роль играют задние ласты, действующие наподобие гребного винта. Передние ласты являются рулями глубины. Кожа толстая, покрыта короткой жесткой шерстью из остевых волос. У морских котиков мех густой, с развитым подшерстком. Функцию защиты организма ластоногих от переохлаждения берет на себя толстый слой подкожного жира, выполняющий и гидростатическую роль. В скелете отсутствуют ключицы и нет трубчатых костей. Зубная система упрощенная, состоит из клыков и коренных зубов, резцы в большей степени редуцированы. Мозговая коробка большая и упрощенная, полушария переднего мозга с большим количеством борозд. Наружная ушная раковина есть только у ушастых тюленей. Доказана способность ластоногих к эхолокации при плавании подо льдом и добывании пищи. Максимальная длительность нахождения ластоногих под водой составляет от 16 до 43 минут, а глубина погружения достигает 100 - 500 м. Размножение происходит вне воды один раз в год. Самка рождает одного, редко двух детенышей. Пища ластоно-

гих состоит из моллюсков, ракообразных, рыб и водорослей. Некоторые, например, морской леопард, нападают на пингвинов и своих мелких собратьев. Ластоногие — объекты промысла. Их мясо используется в пищу, а шкуры идут на изготовление одежды и обуви.

Отряд Китообразные (Cetacea) включает два подотряда: Усатые киты (Mystacoceti) и Зубатые киты (Odontoceti). В подотряде усатых китов выделяют 3 семейства: Гладкие киты (Balaenidae), Серые киты (Eschrichtiidae) и Полосатиковые (Balaenopteridae). Подотряд зубатых китов включает 4 семейства: Пресноводные дельфины (Platanistidae), кашалотовые (Physeteridae), Клычорылые (Ziphiidae) и Дельфиновые (Delphinidae). Китообразные — резко обособившаяся группа вторичноводных млекопитающих, внешне напоминающая огромных рыб. Около 70 млн. лет назад предки китообразных переселились в воду, спасаясь от врагов и конкуренции на суше. Форма тела у китообразных обтекаемая, торпедообразная. Шерстный покров исчез, ушных раковин нет, задние конечности атрофированы. Передние конечности превратились в упрощенные плавники — рули глубины, поворотов и торможения. Хвостовой стебель очень гибкий, заканчивается широкими горизонтальными лопастями. Спинной плавник небольшой. Китообразные способны развивать скорость плавания до 50-60 км/ч. У них отсутствуют потовые и сальные железы. Толстый слой подкожного жира защищает от переохлаждения тело и используется как энергетический запас при длительных плаваниях. Скелет китов губчатый и пропитан жиром. К паре небольших рудиментарных костей таза у самцов прикрепляются пещеристые тела копулятивного органа, у самок — мышцы влагалища. Голова устроена так, что дыхание совершается при положении ноздрей над водой без изгибания шеи. Верхнечелюстные, нижнечелюстные и межчелюстные кости удлинены в связи с развитием цедильного аппарата (китового уса) или, как у дельфинов, снабжены многочисленными одновершинными зубами. При выныривании животного из воды открываются носовые отверстия и происходит акт выдоха - вдоха. При выдохе в воздух взлетает конденсированный пар, образуя фонтан. Под водой китообразные могут находиться до 1,5 ч. Зубатые киты добычу заглатывают целиком, а усатые отцеживают большие порции пищи путем процеживания воды через китовый ус. Желудок многокамерный, состоит из 3-х отделов. Большинство китообразных размножается один раз в два года. Беременность у самок длится до 10-16 месяцев, роды происходят под водой. Продолжительность жизни китов составляет 30-50 лет. Осязание, зрение, обоняние и слух развиты хорошо. Китообразные воспринимают не только звуки, но и инфра- и ультразвуки, лежащие далеко за пределами восприятия человеческого уха. В отряде насчитывают 38 ныне живущих родов, объединяющих 80 видов и 127 родов вымерших.

Отряд Хоботные (Proboscidea) включает только два вида: африканский слон (*Loxodonta africana*) и индийский слон (*Elephas maximus*). Ископаемые предки слонов, начиная с эоцена, населяли почти все континенты, за исклю-

чением Австралии и Антарктиды. Один из ископаемых видов — мамонт, приспособился даже к суровым условиям тундры. Хобот слона — это видоизмененная верхняя губа, сросшаяся с носом. Хобот обладает удивительной подвижностью и огромной силой. Особое хватательное устройство помогает ему поднимать мельчайшие предметы с поверхности земли. С помощью хобота слоны дышат, добывают пищу, пьют воду, защищаются, выражают свои эмоции, избавляются от паразитов. Слон, лишившийся хобота, обречен на гибель. Млечные железы и два соска у слонихи располагаются на груди между передними ногами. На подошвах ног, под кожей, залегает особая пружинящая масса, позволяющая слону ступать совершенно бесшумно. В зубной системе у слонов отсутствуют клыки. То, что обычно ими называют, в действительности является единственной парой резцов. На каждой челюсти располагаются две пары предкоренных и пара коренных зубов с широкими жевательными поверхностями и невысокими коронками. По мере стирания зубы заменяются новыми, которые прорезаются сзади и продвигаются вперед на место своих предшественников. Кожа слонов толстая, почти лишена волосяного покрова и изрезана частой сетью морщин. Размножение слонов не связано с определенным сезоном. Африканский слон — самое крупное наземное животное, высотой до 4 м и массой до 7,5 т.

Отряд Мозолоногие (*Tylopoda*) включает Семейство Верблюдовые (*Camelidae*) и 3 рода: Верблюды (*Camelus*), Ламы (*Lama*) и Викунии (*Vicugna*). У мозолоногих нет копыт, а на двупалых конечностях имеются лишь тупые искривленные когти. мозолоногие опираются не на концы пальцев, а полностью на их фаланги. Нижняя поверхность ступни образована расширенной парной или непарной эластичной мозолистой подушкой. желудок трехкамерный, а рубец и сычуг по строению сильно отличаются от таковых у жвачных. В телосложении обращает на себя внимание длинная шея и свободное бедро. Рогов нет. Мозолоногие появились в эоцене Северной Америки, откуда позднее расселились в Азию, Северную Африку, Южную Америку и Европу. Все мозолоногие являются растительноядными животными.

Отряд Непарнокопытные (*Perissodactyla*) включает 3 семейства: Тапировые (*Tapiridae*), Носороговые (*Rhinocerotidae*) и Лошадиные (*Equidae*). Этот отряд объединяет копытных, для которых характерно развитие третьего пальца, через который можно провести ось конечности. Другие пальцы развиты слабо или совсем отсутствуют. Кроме того, у непарнокопытных нет ключиц, желудок простой. В паховой области только одна пара сосков. Предками непарнокопытных были креодонты — примитивные хищники, появившиеся в нижнем эоцене. Всего в отряде насчитывают 16 ныне живущих и 500 вымерших видов. Дикие представители отряда населяют Азию, Африку и Южную Америку.

Отряд Парнокопытные (*Artiodactyla*) включает 2 подотряда: Нежвачные (*Nonruminantia*) и Жвачные (*Ruminantia*). В первом подотряде 3 семейств-

ва: Свиные (Suidae), Пекариевые (Tajassuidae) и Бегемотовые (Hippopotamidae). Подотряд Жвачные насчитывает 6 семейств: Оленьковые (Tragulidae), Кабарожьи (Moschidae), Оленевые (Cervidae), Жирафовые (Giraffidae), Вилороговые (Antilocapridae) и Полорогие (Bovidae). Данный отряд объединяет копытных, характеризующихся наибольшим развитием третьего и четвертого пальцев на конечностях. Другие пальцы развиты слабо и расположены выше средних. Концевая фаланга всех пальцев одета копытами. Желудок состоит из нескольких отделов, реже простой. Парнокопытные появились в нижнем эоцене, вероятно, из одного корня с непарнокопытными. В настоящее время парнокопытные населяют все материки за исключением Антарктиды, объединяют 9 семейств, около 85 родов и 200 видов.

27.4. Описание макропрепаратов

Макропрепарат Еж обыкновенный

Зверек небольшой величины, длиной до 20-30 см, массой 700-800 г. Тело сверху и с боков покрыто иглами, длиной до 3 см. Среди игл видна грубоватая светло или темноокрашенная шерсть. Уши относительно небольшие, глаза круглые, маленькие. Мордочка треугольной формы.

Макропрепарат Крот обыкновенный

Тело крота мешковидной формы, до 12-18 см длиной. Хвост короткий, густо усажен вибриссами. Глаза маленькие. Пятипалые кисти передних конечностей сильно расширены, вывернуты ладонями наружу, пальцы с мощными когтями. мех плотный, мягкий, бархатистый, низкий, черного цвета без выступающих остевых волос.

Макропрепарат Енотовидная собака

Зверь средней величины, с коренастым телом на тонких коротких ногах, с небольшой заостренной мордой, остроконечными ушами и относительно коротким хвостом. Шерсть длинная, густая, но грубая, буроватого цвета. На морде хорошо заметен темный рисунок в виде маски, как у енота-полоскуна.

Макропрепарат Хорь лесной

Зверек небольшой величины, с высоким, но редким волосяным покровом. Окраска лап и хвоста темная, на мордочке — маска. Хвост равен длине тела, или несколько меньше. По бокам морды хорошо заметны вибриссы. Лапки заканчиваются острыми когтями.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика млекопитающих.
2. Систематика млекопитающих.
3. Особенности строения тела, кожи и ее производных.
4. Скелет и мускулатура млекопитающих.
5. Строение пищеварительной системы млекопитающих.
6. Морфология дыхательной и кровеносной систем млекопитающих.
7. Нервная система и органы чувств млекопитающих.
8. Железы внутренней секреции.
9. Выделительная и половая системы млекопитающих.
10. Особенности развития млекопитающих.
11. Значение млекопитающих в природе и жизни человека.

28. Коллоквиум по зоологии позвоночных

2 8.1. Правила сдачи студентами коллоквиума по зоологии позвоночных

Коллоквиум по зоологии позвоночных является итоговым занятием по данному разделу.

На коллоквиум выносятся вопросы по определению микро- и макропрепаратов изучавшихся в разделе зоологии позвоночных и уже знакомых студентам. Каждому отвечающему студенту преподаватель задает 3 вопроса, касающиеся систематики, морфологии и особенностей развития позвоночных, а также раздает по одному микро- или макропрепарату. Студенты, сдающие коллоквиум, обязаны иметь при себе конспект лекций и рабочую тетрадь (альбом) для лабораторно-практических занятий по зоологии. Лекции должны записываться регулярно, рисунки в альбоме должны быть подписаны и аккуратно оформлены. В случае соблюдения этих требований и удовлетворительные ответы на заданные вопросы преподаватель защищает студенту сдачу коллоквиума с выставлением оценки в журнал учета академических занятий. Студенты, успешно сдавшие коллоквиум и не имеющие академической задолженности допускаются к сдаче экзамена по зоологии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лукин Е.И. Зоология.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.- 384 с., ил.
2. Натали В.Ф. Зоология беспозвоночных.- М.:Просвещение, 1975.- 487 с., ил.

3. Наумов С.П. Зоология позвоночных.-М.:Госуд. уч.-пед. изд-во мин-ва прос-вещ. РСФСР, 1950.- 408 с., ил.
4. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных.- Ч.1.- М.: Высш. школа, 1979.- 334 с., ил.
5. Натали В.Ф. Зоология беспозвоночных.- М.:Просвещение, 1975.- 487 с., ил.
6. Ятусевич А.И., Олехнович Н.И. и др. Практикум по зоологии,- Витебск, 2004.-325с.