

**БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЗООЛОГИИ**

Х.Ф. КУЛИЕВА

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО
ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

(практикум с заданиями)

*Допущено
к изданию Учебно- методическим советом
(протокол № 9 от 16.11.2020 г.)
и Научным советом Биологического факультета БГУ
(протокол № 2 от 19.11.2020 г.)*

Б А К У – 2021

УДК 592(076.5)

Рецензент: заведующий лабораторией Протозоологии Института зоологии НАН Азербайджанской Республики, член-корреспондент, профессор *И.Х. Алекперов*

Кулиева Х.Ф. Учебное пособие по зоологии беспозвоночных (практикум с заданиями).
Баку., “Zərdabi Nəşr” MMC, - 2021. - 384 стр.

В данном учебном пособии рассмотрены основные группы беспозвоночных животных. Каждая тема начинается вводным разделом, где приводится систематическое положение и краткая характеристика изучаемых групп животных.

Предназначено для студентов биологического факультета университетов.

ISBN 978 9952 504 29 3

© Кулиева Х.Ф., 2021

От автора

Создание данного учебного пособия продиктовано рядом обстоятельств, прежде всего отсутствием, нехваткой и физическим износом, имеющихся ранее изданных практикумов. В настоящее время классические варианты практикумов (Е.Н.Павловский и С.В. Аверинцев, 1938; 1947 и др.) уже давно стали библиографической редкостью, а второе издание А.А. Зеликмана (1969) в большинстве вузов, в том числе и в Бакинском государственном университете имеется в ограниченном количестве. Имеются практикумы по зоологии беспозвоночных различных авторов для студентов педагогических институтов, рассчитанные на меньший объем курса, т.е. в них недостаточно полно изложены темы, рассмотрение которых важны и обязательны при подготовке биологов с базовым университетским образованием.

За последнее время накоплен большой объем зоологических представлений по организации и систематике беспозвоночных животных, которые следует учесть и внести в учебные пособия. А значить, необходимы определенные изменения и дополнения в источники по практическим занятиям.

На кафедре зоологии Бакинского государственного университета накоплен достаточный опыт по организации и проведению практических занятий по зоологии беспозвоночных. Наличие многолетнего опыта позволило нам написать настоящее учебное пособие лабораторных занятий по зоологии беспозвоночных для студентов биологического факультета по специальности Биолог-050505 (I курс) и Преподаватель биологии – 051110 (II курс). Объем данного практического учебного пособия рассчитан в соответствии с учебным планом на 45 часов, как для преподавателей биологии, так и для биологов.

В данном пособии по практическим занятиям учтено современное состояние материального оснащения кафедры зоологии БГУ, поэтому сокращен объем работ с малодос-

тупным или дорогостоящим материалом. Вместо этих тем предлагаются альтернативные темы и объекты для изучения. По каждой группе модельных объектов даны рекомендации, позволяющие преподавателю на занятиях скорректировать сведения, обязательные для усвоения студентами.

Анатомическая часть данного практикума нацелена на сравнительное изучение морфологической организации беспозвоночных животных. Она призвана ознакомить студентов с морфофункциональными особенностями представителей различных таксономических групп беспозвоночных животных, изучаемых в систематическом порядке.

Каждая тема начинается вводным разделом, где приводится систематическое положение с краткой характеристикой изучаемых групп животных.

Основная часть каждой темы — это описания конкретных препаратов, рассматриваемых на лабораторных занятиях по курсу «Зоология беспозвоночных». Собственно характеристика препаратов содержит подробное описание изучаемых объектов с той степенью подробности, которая доступна для наблюдения при помощи используемых методик. Все описания препаратов снабжены рисунками с подписями. В процессе изучения объектов студент выполняет рисунок, который наряду со всем остальными приемами обеспечивает усвоение знаний.

При прохождении практикума по зоологии беспозвоночных используются различные микропрепараты, изучаемые при помощи светового микроскопа, рассматриваемые без увеличительной техники или при небольшом увеличении. На занятиях используются микропрепараты, как временные, так и постоянные. Временные микропрепараты изготавливаются самостоятельно перед изучением объекта.

Используемые на занятиях макропрепараты изготовлены из крупных животных, подвергшихся фиксации, либо хранящиеся в сухом виде.

В практикуме использованы рисунки из опубликованных ранее учебных пособий по зоологии.

ЗАНЯТИЕ 1.

ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Некоторые изучаемые в лабораторном практикуме беспозвоночные животные настолько малы, что глазом не различаются. Другие по своим размерам значительно крупнее, но ознакомление с внешним их видом, хотя и доступно невооруженному глазу, в лабораторном практикуме занимает небольшое место. На занятиях основное внимание уделяется изучению элементов строения тела животных, их органов, а они у подавляющей части беспозвоночных недоступны для нашего зрения, поэтому используются оптические приборы, с помощью которых получается увеличенное в несколько или во много раз изображение микроструктур.

Для лабораторных занятий используются различные оптические приборы. В основном увеличительные лупы, бинокляры, микроскопы (биноклярный стереоскопический МБС, тринокулярный биологический микроскоп XSP-136E).

Цель занятия:

1. Изучить устройство увеличительных приборов (лупы и микроскопы) и правила работы с ними.
2. Овладеть навыками:
 - а) подготовки микроскопа к работе;
 - б) приготовления временных препаратов;
 - в) поиска и обнаружения объектов;
 - г) работы с объективами малого, большого увеличения и иммерсионными.

Ручная и штативная лупы: устройство и пользование ими. Любой оптический прибор всегда складывается из оптической системы и механического устройства.

Ручная лупа – это простейшее приспособление, способное увеличивать предметы от 2 до 20 раз, пользоваться такими лупами очень просто. Надо просто взять ее рукоятку и приблизить к предмету на определенное расстояние, чтобы предмет был изображен наиболее четко.

Ручная лупа состоит из двояковыпуклого стекла – линзы, оправы и рукоятки (рис.1, А).

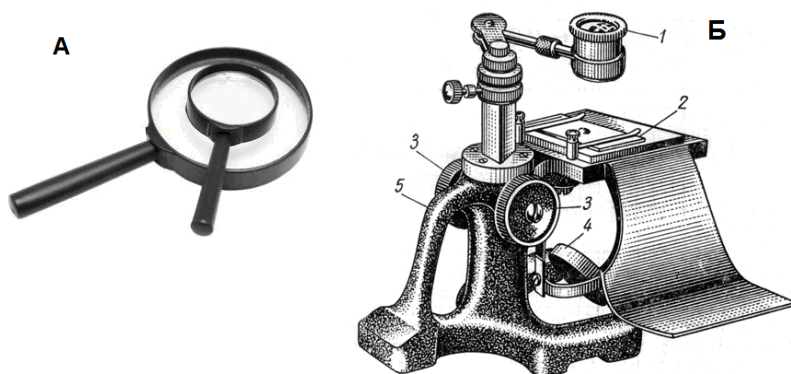


Рис.1. Ручная (А) и штативная, или препаровальная (Б) лупы: 1- окуляр; 2- предметный столик; 3- винт; 4- зеркало; 5- штатив

Штативная, или препаровальная лупа представлена оптической системой (окуляр) и механическим устройством, в состав которого входит штатив, винт (кремальера), держатель окуляра, предметный столик и зеркало (рис.1, Б). Обратная сторона зеркала – матовая, используется для непрозрачных тел, которые рассматриваются не в проходящем свете, а в падающем. Хотя при помощи штативной лупы можно добиться небольшого увеличения изучаемого объекта (10х и 20х), главное преимущество этого варианта в том, что с ее помощью можно выполнить препаровку животных, т.е. расчленить и вскрыть тело, приготовить микропрепараты и т.д.

Микроскопический метод (гр. *micros* — мельчайший, *scopere* — смотрю) позволяет изучать строение организма и клеток с помощью микроскопов. В учебных лабораториях обычно используют световые микроскопы, на которых микропрепараты рассматриваются с использованием естественного или искусственного света.

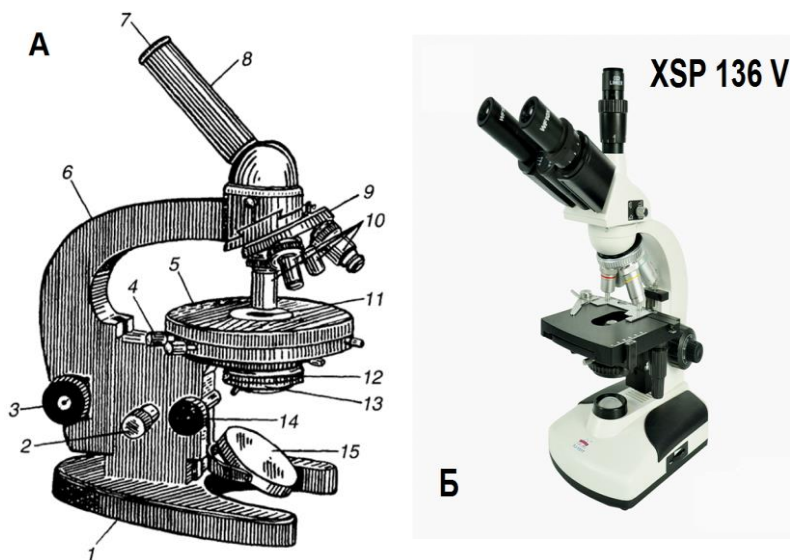


Рис.2. Устройство светового микроскопа: А - микроскоп МСП -1 (1- основание штатива (станина); 2-микровинт; 3-макрвинт; 4- винт, приводящий в движение предметный столик; 5- предметный столик; 6- колонка (держатель); 7- окуляр; 8- тубус; 9- револьвер; 10- объективы; 11- отверстие для прохождения света; 12- конденсор; 13- диафрагма; 14- приспособление для конденсора (рычаг); 15- зеркало); Б – тринокулярный микроскоп

Микроскоп состоит из станины, т.е. основания, штатива с предметным столиком для препаратов, конденсора и осветителя, а также тубуса, в котором смонтирована оптическая система микроскопа (рис.2), т.е. микроскоп состоит из двух систем: оптической и механической.

К оптической системе относятся объективы, окуляры и осветительное устройство, в частности конденсор с системой линз.

Объектив – одна из важнейших частей микроскопа, поскольку он определяет полезное увеличение объекта. Объектив состоит из металлического цилиндра с вмонтированными в него линзами, число которых может быть различным. В верхней части объектива имеется винтовая нарезка, с помощью которой его ввинчивают в гнездо револьвера. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используются обычно объективы $\times 8$ и $\times 40$. Перемещением тубуса относительно станины при помощи макро- и микровинтов можно сфокусировать оптическую систему микроскопа на объект и получить его четкое изображение.

Оптическая система микроскопа включает ввинчивающиеся объективы и револьверную насадку (турель), которая расположена над предметным столиком, на нижнем конце тубуса.

На лабораторных занятиях, как правило, используются два объектива: восьмикратный (малое увеличение — $8\times$) и сорокакратный (большое увеличение — $40\times$). Для изучения наиболее мелких объектов (например, представителей кокцидий) используется также девяностократный иммерсионный объектив ($90\times$). В этом случае необходимо применять специальное иммерсионное масло, капля которого помещается сверху на покровное стекло препарата, таким образом, линзы объектива погружаются в нее.

Окуляр расположен с противоположной стороны тубуса. При изучении препаратов можно пользоваться окулярами, дающими различное увеличение. Обычно используются пятнадцатикратные окуляры.

К станине под предметным столиком подвижно крепится конденсор, а ниже — его осветитель или зеркало

(рис.2). Свет от источника направляется на тот участок препарата, на который наведен объектив. Перемещая конденсор вверх или вниз, следует сфокусировать четкое изображение светового пучка (источника света) в поле зрения микроскопа.

Конденсор снабжен диафрагмой, управляемой небольшим рычажком. Изменяя ширину отверстия диафрагмы, можно регулировать яркость освещения, при этом, чем меньше отверстие диафрагмы, тем выше контрастность изображения. Снизу к конденсору прикреплен подвижный держатель для круглого матового стекла. Оно обычно используется для создания равномерного освещения поля зрения микроскопа при работе с малым увеличением.

При хранении микроскопа его восьмикратный объектив (под малым увеличением) должен быть установлен против предметного столика на расстоянии около 1 см. Именно в этом положении (малое увеличение) нужно начинать микроскопирование.

На предметный столик помещается изучаемый препарат с покровным стеклом. Объект на препарате должен находиться в центральной части столика - там, где проходит световой луч от осветителя. После этого при помощи макровинта микроскоп фокусируется на объекте до получения четкого изображения. Переход на большее увеличение осуществляется поворотом турели (револьверной насадки) объективов до того момента, когда нужный объектив не встанет вертикально над препаратом с характерным щелчком.

Необходимо помнить, что фокусное расстояние сорокакратного объектива (x40) очень мало — всего около миллиметра. Поэтому при работе с таким объективом и тем более с объективами, дающими еще большее увеличение, ни в коем случае нельзя пользоваться макровинтом. Фокусировка микроскопа производится только макровин-

том. Следует учитывать, что при работе с большими увеличениями микроскопа четкое изображение достигается не по всей толще препарата.

Для полноты исследования объекта необходимо просматривать препарат, фокусируя микроскоп на разных уровнях, т.е. изучая препарат в последовательных плоскостях. Это достигается медленным вращением микровинта вперед и назад приблизительно на пол-оборота.

После окончания работы с использованием большого увеличения микроскопа необходимо при помощи турели снова установить малое увеличение. Только теперь можно снять препарат с предметного столика.

Ход лучей в микроскопе, создающий увеличенное изображение объекта наблюдения, следующий. Лучи от источника света, отражаясь от зеркала, направляются через диафрагму и конденсор на объект, освещая его снизу; в окуляре получается увеличенное обратное изображение. Система линз окуляра отбрасывает это изображение и еще больше его увеличивает; при этом изображение объекта остается обратным, т. е. правая его сторона находится слева, левая - справа.

Таким образом, при объективе 10 и окуляре 7 мы получим изображение, отброшенное объективом, в 10 раз превосходящее размеры объекта; оно увеличивается окуляром еще в 7 раз, и изображение, воспринимаемое глазом наблюдателя, увеличивается в 70 раз. Возможное увеличение изображения объекта при помощи учебного микроскопа видно из табл. 1.

На лабораторных занятиях используются в основном двух видов микропрепараты: временные и впрок (заранее приготовленные).

Временные препараты готовятся самими студентами в ходе лабораторного занятия и используются на том же занятии, а препараты впрок готовятся работниками кафедр

ры зоологии, часто с привлечением студентов во внеучебное время.

Таблица 1

Увеличение микроскопа при разных окулярах и объективах

Окуляры	7	10	15
Объективы			
<i>Достигаемое увеличение</i>			
10	70	100	150
40	280	400	600

Изготовление временных препаратов: небольшую каплю среды с объектами поместить на предметное стекло, рассмотреть содержимое капли в микроскопе МСП (рис. 2) накрыть покровным стеклом и запомнить распределение объектов; рассмотреть объекты на малом и большом увеличении микроскопа.

Необходимо уметь отличать инородные тела, встречающиеся в культурах простейших и на микропрепаратах: минеральные частицы, растительные остатки, ил, сколы на поверхности стекла, пыль, пятна грязи, растительные волокна, мелкие и крупные пузырьки воздуха. Необходимо запомнить их характерные признаки: форму, структуру, цвет, характер движения и преломления света.

Рассмотреть каплю культуры простейших под малым и большим увеличением микроскопа. При поиске объектов ориентироваться на следующие признаки:

- характерная форма (габитус);
- активное движение животного;

- движение органоидов (ресничек, жгутиков, работа сократительной вакуоли и т.д.);
- движение цитоплазмы (образование псевдоподий, перемещение пищеварительных вакуолей);
- характер преломления света, цвет.

Подсушить препарат, проследить за появлением пузырей воздуха, перемещением воды, деформацией и разрушением простейших.

Зоологический рисунок - лишь один инструмент, помогающий детально изучить препараты и получать глубокие знания о строении изучаемых объектов. Изготовление рисунков — обязательное условие прохождения лабораторного практикума.

Рисунки делаются со всех типов препаратов. Рисование препаратов позволяет обращать внимание на детали, которые ускользают от поверхностного взгляда: рассмотрение препаратов превращается при этом в активный процесс исследования. Создание рисунка позволяет документировать собственные наблюдения и возвращаться к ним позднее для повторения материала и более глубокого изучения объекта.

Техника рисунка достаточно проста. Рисунок должен быть правильно сориентирован на бумаге, при этом передний конец организма или дорсальная (спинная) поверхность среза через тело животного располагаются в верхней части листа.

При рисовании объекта необходимо, прежде всего правильно передать его форму, соблюдать все пропорции. Пропорции тела животного (клетки протиста) должны точно соотноситься с деталями строения — пропорциями органов (частей органов) многоклеточных или органоидов протистов.

Контуры тела и отдельных его частей передаются контурными линиями. Необходимо следить за пропорциональ-

ностью толщины контурных линий. Наименее заметные детали строения изображаются тонкими линиями; наиболее существенные (например граница тела организма) — толстыми.

При зарисовке необходимо использовать цветные карандаши для передачи естественной окраски рассматриваемых объектов. Если препараты окрашены специальными красителями, позволяющими выявить отдельные структуры, то можно делать рисунок в цвете данного красителя, но при этом указывать его название.

При изучении анатомии животных на рисунках и схемах отдельные органы или их системы закрашиваются условными цветами. Для этого используются нижеследующие цветовые обозначения систем органов: покровы – коричневый; мускулатура - розовый; пищеварительная система - зеленый; нервная система - желтый; кровеносная система - красный (если есть деление на артериальную и венозную, то красный и синий соответственно); выделительная система - сиреневый; половая система: женская – оранжевый, мужская - фиолетовый.

На рисунках обязательно должны быть сделаны обозначения. Линии обозначений должны быть сделаны по возможности горизонтально. Цифры на линиях обозначений следует располагать по порядку. Подпись к рисунку следует сразу под ним.

Под названием рисунка следует перечень обозначений, где элементы пояснения отделяются друг от друга точкой с запятой, а цифровое или буквенное обозначение от поясняющего текста знаком.

Таким образом, основными правилами являются нижеследующее:

1. Рисунок выполняется простым карандашом, карандаш должен быть остро заточен и не слишком твердым, оптимальная твердость - ТМ (НВ), карандаш большей твер-

дости дает слабую линию. Допускается выполнение рисунка цветными карандашами, но ни в коем случае не ручками.

2. Рисунок должен быть:- достаточно крупным (не менее 6 см) - чем больше элементов составляют объект, тем крупнее должен быть рисунок;

- простым - включать очертания структуры и других важных деталей, чтобы показать расположение и связь отдельных элементов;

- тщательно выполненным - если объект имеет несколько сходных частей, необходимо вырисовывать их мелкие детали;

- нарисован тонкими и отчетливыми линиями – каждую линию необходимо продумать и затем нарисовать; полутона передаются путем линейной или точечной штриховки, не следует для придания объема размазывать рисунок пальцами;

- для пояснения деталей даются выноски в виде прямых непересекающихся линий с цифрами, в подписи к рисунку необходимо расшифровать выноски в том же порядке, что и на рисунке.

3. Делать при необходимости два рисунка: а) схематический рисунок, показывающий основные черты; б) только детали мелких частей.

4. Рисунки, приведенные в книгах и в настоящем пособии, даются только для помощи в поиске необходимых объектов, познании особенностей их морфологии и точной идентификации отдельных составляющих.

5. Каждый рисунок должен иметь название, указание об увеличении и пояснительную записку.

Помните, что тщательно выполненный рисунок помогает при подготовке к экзамену!

РАЗДЕЛ I PROTOZOA (PROTISTA) – Простейшие

Протисты (др.-греч. πρῶτιστος «самый первый, первейший»), или простейшие – гетерогенная группа эукариотических живых организмов. Все простейшие – одноклеточные, колониальные или многоклеточные, не имеющие высокоорганизованных тканей.

Простейшие – микроскопические организмы, тело которых состоит из одной клетки. Компоненты тела можно подразделить на 3 группы: обще клеточные структуры, специальные органеллы и включения

Цитоплазма клетки обычно распадается на два слоя: наружный – более светлый и плотный (эктоплазма) и внутренний – более жидкий, с многочисленными включениями (эндоплазма). Снаружи цитоплазма покрыта элементарной цитоплазматической мембраной. В цитоплазме простейших расположены типичные клеточные органоиды: ядро, митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, вакуоли, лизосомы, аппарат Гольджи, центриоль и т.д.

Образ жизни простейших очень разнообразен. Среди них есть свободноживущие и паразитические формы. Протисты состоят из многих классов, отрядов, семейств и включают более 39 тыс. видов

Краткая характеристика одноклеточных животных

1. Типы питания

Автотрофное – питание при помощи фотосинтеза, по растительному типу. Возможно при наличии в цитоплазме хлорофилловых зёрен, или хроматофоров.

Гетеротрофное – питание готовыми органическими веществами, по животному типу.

Миксотрофное – смешанный тип питания. Способность к фотосинтезу и к питанию готовым органическим веществом. У таких простейших имеются в цитоплазме хлорофилловые зерна, но могут образовываться и пищеварительные вакуоли.

2. Способы питания

Голозойный – поглощение твердых пищевых частиц с образованием пищеварительных вакуолей.

Голофитный – питание органическим веществом, полученным путем фотосинтеза или хемосинтеза, свойственное автотрофным организмам.

Анимальный – питание твердой пищей, то же, что голозойный.

Сапротрофный – питание мертвыми или разлагающимися органическими остатками.

Сапрофитный – поглощение растворённых органических веществ всей поверхностью тела. Пищеварительные вакуоли не образуются.

Сапрозойный – растворенные вещества поглощаются всей поверхностью тела. Этот способ характерен для эндопаразитов.

Фагоцитоз – захват оформленных пищевых частиц при помощи псевдоподий.

Пиноцитоз – капля жидкости погружается в цитоплазму через временное микровпячивание мембраны (клеточное питье).

3. Способы размножения

Бесполое:

Монотомия – простое деление клетки на две одинаковых дочерних особи, которому предшествует период питания и роста.

Палинтомия – ряд последовательных делений надвое, без промежуточной стадии питания и роста, приводящий к образованию совершенно одинаковых продуктов раз-

множения, т. е. процесс делений без стадии роста. В большинстве случаев проходит в инцистированном состоянии, под защитой оболочки цисты.

Почкование – неравномерное деление, при котором более мелкая дочерняя особь отпочковывается от более крупной материнской. Может быть внутренним и наружным.

Эндодиогения – при этой форме размножения формирование двух дочерних особей происходит внутри материнской. Пелликула дочерних клеток образуется за счет наружной мембраны материнской клетки, которая целиком переходит на дочерние особи. Способ характерен кокцидиям.

Шизогония (мерогония) – тип размножения, при котором клетка на известном этапе жизненного цикла (обычно после периода питания и роста) испытывает множественное повторное деление ядра, становится временно многоядерной (шизонт), а затем сразу распадается на соответствующее количеству ядер число отдельностей. Результаты деления шизонта называются мерозоиты, а результаты деления гамонта – это гаметы (при гамогонии), а результаты деления споронта (при спорогонии) – спорозоиты. Отмечается у Sporozoa (Apicomplexa).

Половое:

Копуляция (гаметогамия) – форма полового процесса, при которой две различающиеся по полу клетки (гаметы) сливаются и образуют зиготу. При этом ядра гамет образуют одно ядро зиготы.

Изогамия – копулирующие гаметы неразличимы морфологически, однако физиологически они различаются на «мужскую» и «женскую» (изогамная копуляция).

Анизогамия (гетерогамия) – формируются подвижные, различающиеся морфологически и физиологически гаметы (анизогамная копуляция).

Оогамия – крайний случай анизогамии, при котором женская гамета во много раз крупнее мужской, непод-

вижная, содержит большой запас питательных веществ (яйцо). Мужские гаметы (сперматозоиды) – мелкие, чаще всего подвижные клетки, которые перемещаются с помощью одного или нескольких жгутиков.

Автोगамия – это процесс самооплодотворения, когда сливаются вновь только что разделившихся два сестринских ядра. Характерно для Mucosporidia.

Конъюгация инфузорий – половой процесс, при котором происходит временное соединение особей (без слияния их цитоплазмы), во время которого происходит обмен одним из двух гаплоидных ядер, образовавшихся в начале процесса.

4. Типы ядерного цикла

Под редукцией понимается уменьшение числа хромосом в результате мейоза в ядрах делящихся клеток, когда диплоидный набор ($2n$) хромосом преобразуется в гаплоидный ($1n$).

Зиготическая – редукция числа хромосом имеет место при первом делении зиготы и все остальные стадии жизненного цикла (спорозоиты, шизонты и гаметы) являются гаплоидными.

Гаметическая – мейоз происходит перед образованием гамет, и большая часть жизненного цикла проходит в диплоидной фазе. Этот тип редукции обычен для многоклеточных организмов.

Промежуточная – мейоз наступает в середине цикла и не связан ни с образованием гамет, ни с первым делением зиготы, в жизненном цикле чередуются равноценные поколения, размножающиеся в гаплоидной и диплоидной фазе.

5. Систематический обзор

Первая система простейших организмов предложена О.Бючли (1880-1889 гг.). Согласно этой классификации простейшие представлены одним типом - Protozoa и че-

тырьмя классами *Sarcodina*, *Sporozoa*, *Mastigophora*, *Ciliophora*.

Б.М. Хонинберг в 1964 г. тип *Protozoa* подразделил на четыре подтипа *Sarcomastigophora*, *Sporozoa*, *Cnidosporidia*, *Ciliophora*.

По Левайн и др., 1980 (*Levine*) система Простейших включает 6 типов одноклеточных организмов: Саркомастигофоры - **Sarcomastigophora** (25 000 видов); Лабиринтулы – **Labyrinthomorpha** (35 видов); Апикомплексы – **Apicomplexa** (4800 видов); Микроспоридии – **Microspora** (800 видов); Книдоспоридии – **Myxozoa = Cnidosporidia**; Инфузории – **Ciliophora** (7500 видов).

Современные данные позволяют выделить несколько форм организации «Простейших» (Система простейших по В.В. Малахову, 2007; Э. Рупперт, 2008) – это жгутиконосцы, корненожки, лучистые, альвеолятные. Отдельные группы простейших имеют оригинальную форму организации, не позволяющую присоединить их к выделенным группам (*Microsporidia*, *Myxozoa*).

В настоящем учебном пособии по практическим занятиям система простейших приведена по К. Хаусману (1988). Царство **Protozoa** подразделяется на типы на основе плана строения, наличия и строения органоидов движения, а также особенностей онтогенеза.

Выделяют пять типов простейших: Саркомастигофоры - **Sarcomastigophora**, Споровики - **Sporozoa**, Микроспоридии - **Microspora** (=Microsporidia), Микроспоридии(=Слизистые споровики, Книдоспоридии) -**Myxosporidia**, **Cnidosporidia**, Ресничные (=Инфузории) - **Ciliophora** (Infusoria). В лабораторном курсе будут рассматриваться только представители трех типов: **Sarcomastigophora**, **Sporozoa** и **Ciliophora**

ТИП САРКОМАСТИГОФОРЫ- SARCOMASTIGOPHORA

Основными органоидами движения являются или непостоянные выросты цитоплазмы — ложноножки (псевдоподии), или бичевидные выросты — жгутики (мастигсы). Кроме двигательной функции, ложноножки и жгутики обеспечивают захват и поглощение пищи. Иногда оба типа органоидов движения существуют одновременно или последовательно в ходе жизненного цикла. В остальном представители типа обнаруживают большие различия в своей ультраструктуре.

Тип делится на три подтипа: Саркодовые (*Sarcodina*), Жгутиконосцы (*Mastigophora*), Опалины (*Opalinata*).

Подтип Саркодовые – *Sarcodina*

Тип **Sarcomastigophora** -Саркомастигофоры

Подтип **Sarcodina** - Саркодовые

Класс **Rhizopoda** - Корненожки

Отр. **Amoebina** –Голые амебы

Отр. **Testacea** – Раковинные амебы

Отр. **Foraminifera** - Фораминиферы

Саркодовые - организмы, снабженные изменчивыми по форме выростами клетки (псевдоподиями, или ложноножками). Функция псевдоподий - движение и захват пищи. Форма, число и поведение этих выростов очень различно в разных классах. Различия разных саркодовых ведутся на основании определенных признаков: формы, способа образования и числа псевдоподий; полярности клетки; формы и строения раковинки, если они имеются. Размножение может быть половым (копуляция) и бесполом (деление на две равные части и шизогония) способом.

Класс Корненожки — *Rhizopoda*

Характеризуются разнообразной формой тела, подвижными псевдоподиями и отсутствием дифференцированной цитоплазмы на более-менее постоянные зоны.

Снаружи тело покрыто тонкой цитоплазматической мембранной - *плазмалеммой*. Многие имеют домики, или раковины.

В основном агамные формы: половой процесс описан только у нескольких видов. Представители многих видов способны инцистироваться. Морские, пресноводные и почвенные формы. В классе три отряда: Голые амебы (*Amoebina*), Раковинные амебы (*Testacea*), Фораминиферы (*Foraminifera*).

Отряд Голые амебы - *Amoebina*

Форма тела непостоянная. Движение амебоидное. Чаще одноядерные, реже многоядерные. Скелета нет. Питание голозойное, гетеротрофное.

Способы поступления пищи - фагоцитоз и пиноцитоз. Органоиды пищеварения представлены только вакуолью. Размножение только бесполое, главным образом путем деления на две равные части. Характерно инцистирование при неблагоприятных условиях. Свободноживущие виды, главным образом пресноводные формы, есть и морские.

Представители: *Amoeba proteus*, *A. radiosa*, *A. verrucosa* — свободноживущие, *Entamoeba histolytica* – возбудитель амебной дизентерии.

Отряд Раковинные амебы - *Testacea*

Тело покрыто однокамерной раковиной, снабженной отверстием - устьем, через которое выходят ложноножки. Форма раковины разнообразна (мешковидная, шаровидная и т.д.). По химическому составу могут быть: органическими, инкрустированными, пропитанными минеральными веществами (кремнеземом). Движение - амебоидное, захват пищи ложноножками. Размножение - бесполое, сопровож-

дается образованием новой раковины. Обитают только в пресной воде мелких водоемов.

Представители: р. *Arcella* - раковина органическая, р. *Diffugia* - раковина инкрустированная, р. *Euglypha* – раковина пропитана минеральными веществами (кремнеземом).

Класс Фораминиферы - *Foraminifera*

Фораминиферы - гетеротрофные, преимущественно свободноживущие морские, чаще бентосные простейшие. Обитают в морях. Клетка фораминифер заключена в раковину, или домик. Однако часть периферической цитоплазмы находится вне раковины и покрывает последнюю снаружи тонким слоем. Таким образом, раковина является внутренней.

Раковина сложная, многокамерная, с отверстиями (foramen), через которые выходят ложноножки (псевдоподии). Последняя камера имеет устье, через которое выходит псевдоподии. Тело лежит во многих камерах благодаря фораменам. Раковины могут быть чисто органическими, агглютинированными (различного рода мелкие частицы экзогенного происхождения склеиваются органическим матриксом, продуцируемым самим простейшим) и секреторными (в исходном органическом матриксе откладываются минеральные соли, преимущественно кальцит).

Имеют ветвящиеся, переплетающиеся псевдоподии - *ризоподии (гранулоретикулоподии)*, образуют вокруг фораминиферы динамично изменяющуюся ловчую сеть. Жизненный цикл сложный, гетерофазный, т. е. со сменой полового и бесполого размножения, со сменой поколений.

Входят в состав бентоса, реже планктона.

Бесполое размножение начинается с того, что ядро последовательно несколько раз делится. Затем вокруг каждого ядра обособляется участок цитоплазмы, и все протоплазматическое тело корненожки распадается на множество одноядерных амeboидных зародышей (*гамонтов*), ко-

торые выходят через устье наружу. Гамонты покрываются раковиной, причем родоначальная (эмбриональная) камера значительно крупнее у той особи, которая приступала к бесполому размножению. В результате бесполого размножения получаются особи макросферического поколения.

Отряд *Astrorhizida* (греч. *aster* - звезда)

Представители: *Rhabdammina* sp. обладает однокамерной раковиной, в виде трубки, на концах которой расположены устья; *Astrhoriza* - раковина имеет звездчатую форму.

Отряд *Rotaliida* (греч. *rota* - колесо)

Представители: р. *Rotalia* имеют многокамерные раковины, камеры располагаются строго по спирали. При этом формируется турбоспираль - начиная – эмбриональной камеры располагаются не в одной плоскости, а один под другим. Устье небольшое щелевидное. Стенка раковины несет большое количество «пор» - точечных углублений в стенке раковины.

ЗАНЯТИЕ 2.

Тип *Sarcomastigophora* – Саркомастигофоры

Подтип *Sarcodina* – Саркодовые

Класс *Rhizopoda* – Корненожки

Отряд *Amoebina* – Голые амёбы

Вид – Амеба *протея* (*Amoeba proteus*)

Отряд *Testacea* – Раковинные амёбы

Вид – Арцелла (*Arcella* sp.)

Отряд *Foraminifera* – Фораминиферы

Вид – Роталия (*Rotalia* sp.), Глобигерина (*Globigerina* sp.)

Цель занятия – изучение морфофункциональных особенностей свободноживущих представителей саркодовых и ознакомление с видовым разнообразием.

Оборудование: микроскоп, лупы, предметные и покровные стекла, пипетки, марлевые салфетки микропрепараты амёбы, фораминифер,

Амеба протей характеризуется наличием многочисленных (до 10 и более) длинных, лопастных псевдоподий (лобоподий). Такие формы называются полиподиальными. Псевдоподии способны постоянно менять свою форму и размеры (рис. 3).

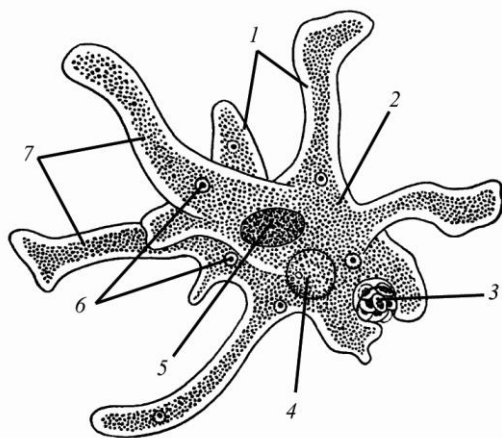


Рис.3.Строение голой амёбы на примере *Amoeba proteus* (из «Жизнь животных»): 1 – эктоплазма; 2 – эндоплазма; 3 – частицы пищи; 4 – сократительная вакуоль; 5 – ядро; 6 – пищеварительная вакуоль; 7 – псевдоподии

Снаружи амеба покрыта только плазмалеммой – тонкой цитоплазматической мембраной. Цитоплазма подразделяется на две зоны. Непосредственно под плазмалеммой залегает оптически прозрачный, лишенный каких-либо включений тонкий слой цитоплазмы, называемый эктоплазмой, или *гиалоплазмой*. Толщина гиалоплазмы в разных участках тела амебы различна. Максимальна она на концах

псевдоподий (гиалиновые колпачки). Внутренняя масса клетки представлена так называемой эндоплазмой, или *гранулоплазмой*, которая содержит все клеточные органоиды и большое количество разнообразных включений. Два слоя протоплазмы – это состояние одного и того же коллоидного вещества, переходящего из одного в другое, между слоями не существует какой-либо пограничной структуры.

Центральная зона гранулоплазмы находится в постоянном движении (циклоз). Вместе с токами цитоплазмы в клетке постоянно перемещаются и различные органоиды.

Питаются амебы путем фагоцитоза, поглощая бактерий, одноклеточные водоросли и мелких простейших. После обволакивания пищевого объекта псевдоподиями под поверхностной мембраной формируется пищеварительная вакуоль. Далее она перемещается в центральную часть клетки, где и подхватывается токами цитоплазмы. Форма, размеры и окраска вакуолей зависят от характера содержащихся в них пищевых частиц. Количество определяется обилием доступной для амеб пищи в данной среде. При отсутствии в среде крупных пищевых объектов, питание амеб происходит за счет пиноцитоза (также представляет собой эндоцитоз).

Дефекация (удаление непереваренных остатков пищи) может происходить в любой точке поверхности тела. Дефекационная вакуоль подходит к поверхности, ограничивающая ее мембрана сливается с поверхностной мембраной клетки, при этом содержимое вакуоли выбрасывается наружу, т. е. происходит экзоцитоз.

Осморегуляторный аппарат амебы представлен одной сократительной вакуолью (рис.3). У живых и подвижных амеб вакуоль имеет вид прозрачного пузырька правильной округлой формы. Она постоянно меняет свои размеры с определенной цикличностью (при комнатной температуре этот цикл занимает 5–8 мин). Стадия увеличения

диаметра вакуоли, обусловленная поступлением в ее полость воды из цитоплазмы, называется диастолой. После достижения максимальной величины вакуоли, наступает стадия систолы - она резко и очень быстро сокращается, выбрасывая свое содержимое наружу из клетки через временно образующееся отверстие.

Ядро обычно приурочено к центральной части клетки. Оно неправильной дисковидной формы.

К включениям, заполняющим эндоплазму (гранулоплазму), можно отнести: гранулы резервных полисахаридов, липидные капли и многочисленные кристаллы.

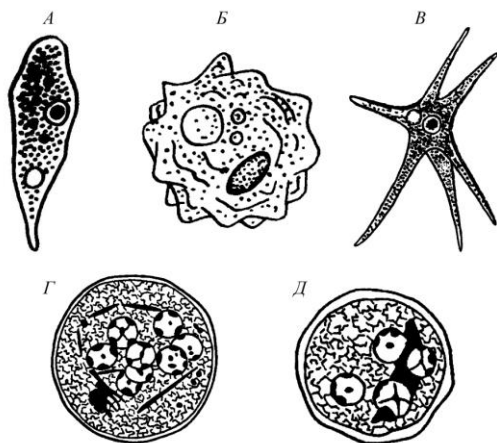


Рис. 4. Голые амёбы (А,Б,В из «Жизнь животных», Г, Д из Шаровой): А – *Amoeba limax*; Б – *A. verrucosa*; В – *A. radiosa*; Г – циста *Entamoeba coli*; Д – циста *Entamoeba histolytica*

Кроме свободноживущих голых амёб имеются симбиотические и паразитические виды. Так, кишечная амёба *Entamoeba coli* обитает в кишечнике человека, где питается содержимым кишечника и бактериями, не причиняя никакого вреда. Другой вид – *Entamoeba histolytica*, может внедряться в стенку кишечника, вызывая изъязвления и крова-

вые поносы. Вид амёбы можно определить по цистам, которые служат для распространения. Цисты кишечной амёбы содержат восемь ядер, а дизентерийной – четыре (рис. 4, Г, Д).

Задание 1

1. Рассмотреть на постоянных или временных препаратах амёб, используя различные увеличения объектива (x8–9, 40).

2. Зарисовать внешний вид *Amoeba proteus*. и сделать следующие обозначения: псевдоподии (лобоподии); ядро; сократительная вакуоль; пищеварительные вакуоли; включения; экто - (гиалоплазма) и эндоплазма (гранулоплазма); плазмалемма.

Раковинные пресноводные амёбы – **отряд Testacea** (рис. 5) отличаются наличием наружного скелета – раковины различной формы. Размеры раковины варьируют в пределах 50–150 мкм. Раковина может состоять только из тонкого слоя органического вещества – псевдохитина, из кремниевых пластинок (оксид кремния SiO_2) правильной, обычно шестигранной формы, или может быть образована посторонними частицами, склеенными выделениями цитоплазмы. Для выхода псевдоподий в раковине имеется устье – одно или несколько (до 5).

Arcella sp. одета снаружи раковинной, которая имеет форму диска. Верхняя сторона раковины отчетливо выпуклая, а нижняя слабо вогнута. На нижней стороне раковины располагается округлое отверстие - устье, через которое активная амёба выпускает 2–3 псевдоподии. Псевдоподии массивные, пальцевидные (рис.5, Б).

Цвет раковины зависит от возраста арцелл. У старых представителей раковины темно-коричневого цвета и практически непрозрачные. У молодых особей она светло окра-

шенная и прозрачная. Структура стенки раковины сложная, представлена гексагональными полями (альвеолами), представляющие собой пластинки белковой природы, разделенными узкими промежутками.

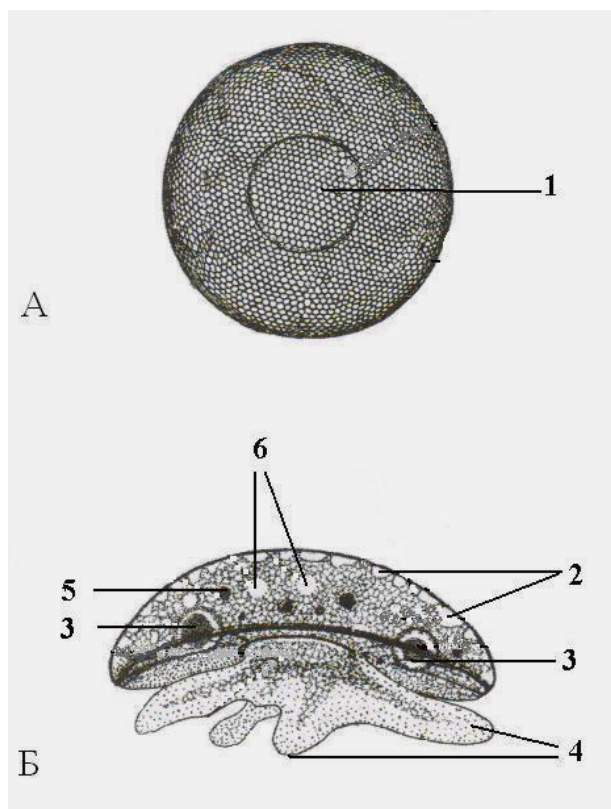


Рис. 5. Внешний вид *Arcella sp.*: А — вид раковины сверху; Б — вид *Arcella sp.* сбоку. 1 — устье; 2 — эпиподии; 3 — ядра; 4 — псевдоподии; 5 — пищеварительные вакуоли; 6 — сократительные вакуоли

У старых особей в альвеолах откладываются соли железа, что делает раковину темной и непрозрачной. Связь между раковинной и телом амёбы обеспечивается особыми

псевдоподиеобразными выростами - эпиподиями. Эндоплазма содержит несколько пищеварительных и сократительных вакуолей.

Ядро арцеллы представлено двумя довольно крупными овальными или округлыми ядрами, занимающими в клетке супротивное положение. Рассмотреть под микроскопом ядра у живых амёб очень трудно.

Дефекация осуществляется через участок поверхности клетки в области устья.

Задание 2

1. На временных или постоянных препаратах изучить строение представителей отряда Раковинные амёбы, характеризующихся наличием однокамерных раковин.

2. Зарисовать раковину *Testacea* (любого рода) и сделайте следующие обозначения: устье; поверхностные структуры (если есть); тип раковины, псевдоподии (лобоподии) — у живого объекта.

Отряд Foraminifera – Фораминиферы почти исключительно обитатели морей и океанов, небольшое число видов обнаружено в подпочвенных соленых водах и солоноватых колодцах Средней Азии. В составе современной морской фауны известно свыше 1000 видов. Большинство видов являются бентосными (придонными), исключением стали представители рода *Globigerina*, ведущие планктонный (плавающий в толще воды) образ жизни. Размеры варьируют от 20 мкм до 5–6 см.

В отличие от раковин амёб, раковины фораминифер состоят преимущественно из целого ряда соединенных друг с другом камер, полость которых поделена внутренними перегородками с отверстиями. Устье раковины расположено на последней, самой крупной камере. Самая маленькая камера называется *зародышевой*. Стенки раковины прони-

заны многочисленными порами, через которые выходят ризоподии.

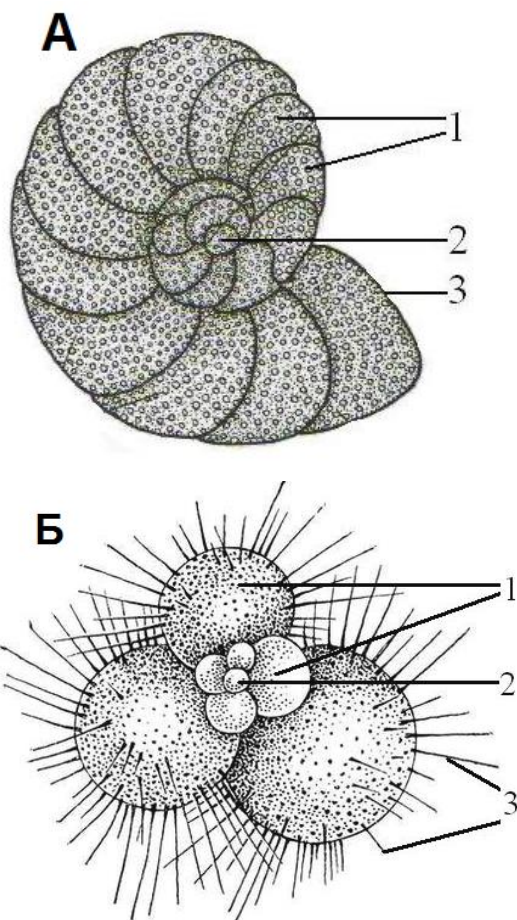


Рис. 6. Внешний вид раковин: А. *Rotalia sp.*: (1 - камеры; 2 - эмбриональная камера; 3 — устье); Б. *Globigerina sp.*: (1 - камеры; 2 - эмбриональная (зародышевая) камера; 3 - устье)

Фораминиферам характерен сложный жизненный цикл, с чередованием полового и бесполого поколений. При

этом диплоидное и гаплоидное поколения одинаково хорошо выражены

Только фораминиферам свойственна промежуточная редукция. Как гаплоидное, так и диплоидное поколение имеют раковины, которые у них несколько отличаются. Диплоидное поколение характеризуется многоядерностью (полиэнергидность), в отличие от гаплоидного одноядерного (моноэнергидность) поколения.

Для диплоидного поколения характерна ядерная дифференцировка, т.е. разделение ядер на генеративные, которые обеспечивают хранение и передачу наследственной информации, и вегетативные, отвечающие за регуляцию обмена веществ.

Ознакомление с методиками приготовления культур простейших: приготовление культуры амебы *Amoeba proteus*

Для лабораторных занятий предварительно готовят два вида питательной среды: сенной настой(1) и молочный раствор(2).

1) Сенной настой. Примерно 10 г сена заливают водой (1л) и кипятят в течение 15-20 минут с тем, чтобы удалить цисты простейших, но сохранить споры бактерий, необходимых для питания одноклеточного организма. Профильтрованный и отстоянный в течение 2-3 дней раствор разливается по пробиркам для зарядки простейшими. В сенном растворе питательным субстратом оказываются бактерии - сенные палочки.

2) Молочный раствор. В чистые пробирки наливают по 15-20 мл воды, предварительно отстоянной. В каждую пробирку добавляют по 1-2 капли молока, перемешивают, после чего раствор готов к зарядке простейшими. В дальнейшем, в среду молоко вносится не чаще двух раз в ме-

сяц. Питательным субстратом служат молочнокислые бактерии.

Искусственные культуры амёб. В воду с природной культурой поместить чистое стекло с тем, чтобы со временем произошло его заселение амёбами. Через несколько суток проверить, отобрав на предметное стекло соскобы, содержащие амёб. Развести каплю с природной культурой чистой водой, отобрать пипеткой амёб. На новое стекло вновь поместить каплю чистой воды и каплю культуры из предыдущего разведения и так продолжать до тех пор, пока в капле не будет отобрана чистая, единичная культура заданного вида.

Отобранных таким образом амёб вида *Amoeba proteus* разместить в широкогорлых сосудах с сенным или с молочным раствором. После зарядки сосуды неплотно закрыть многослойным фильтром. Подготовленные таким образом культуры следует выдержать неделю в теплом, хорошо освещенном месте.

Вопросы для самоконтроля

1. За счёт чего осуществляется амёбоидное движение?
2. Перечислите типы питания пресноводных саркодовых.
3. Скелет пресноводных раковинных корненожек является наружным или внутренним?
4. Минеральный состав скелета пресноводных раковинных корненожек.
5. Каковы функции пульсирующей вакуоли у пресноводных саркодовых?
6. Как размножаются пресноводные саркодовые? Что такое моноэнергидность и полиэнергидность? Объяснить на примере фораминифер.
7. Тип жизненного цикла фораминифер.

ЗАНЯТИЕ 3.

Подтип Mastigophora – Жгутиконосцы

Класс Phytomastigina Растительные жгутиконосцы

Отряд Euglenoidea - Эвгленовые

Род Euglena — Эвглена

Вид Эвглена зеленая (*Euglena viridis*)

Класс Zoomastigina – Животные жгутиконосцы

Отряд Kinetoplastida – Кинетопластиды

Вид Трипанозома (*Trypanosoma vittatae*)

Цель занятия – выяснение основных черт организации жгутиконосцев.

Оборудование: чистая культура эвглены зеленой, микропрепараты эвглены, трипанозомы, микроскоп, раствор йода (проникает под покровное стекло окрашивает объект), фильтровальная бумага 3%-й раствор желатина (в каплю культуры добавить подогретый при 22-24⁰С желатин, накрыть покровным стеклом, вязкая среда замедляет движение объекта).

Чрезвычайно разнообразная группа, как по строению, так и по образу жизни. Число видов достигает 8 тыс. Они обитают в морях, пресных водах, а также в организмах животных и растений. Среди них имеются довольно таки опасные паразиты. Некоторые виды являются полезными симбионтами животных.

Для жгутиконосцев характерно наличие жгутиков, их может быть от одного до нескольких сотен. Жгутики обеспечивают поступательное движение простейших. Они представляют собой тончайшие волосовидные выросты цитоплазмы, покрытые сверху той же мембраной, которая покрывает поверхность клетки.

Внутри жгутика находятся трубчатые фибриллы, число и расположение которых строго определено. Они, продол-

жаясь внутрь цитоплазмы, образуют базальное тело жгутика – *кинетосома*. У паразитических форм (отряд Кинетопластыды) у основания жгутика имеется кинетопласт, который, по сути, является гигантской митохондрией и при делении клетки тоже делится.

В отличие от саркодовых, большинство жгутиконосцев обладает более или менее постоянной формой тела, так как наружный слой эктоплазмы у них образует плотную эластичную оболочку – *пелликулу*. Кроме того, покровы могут быть представлены: плазматической мембраной – такие жгутиконосцы способны к амебоидному движению (*Rhizomastigina*); панцирем – состоящим из пластинок клетчатки (*Dinoflagellida*); домиком – у хризомонад (*Chrysomonadida*); слизистыми капсулами – у колониальных форм.

Подтип делится на два класса – Растительных жгутиконосцев и Животных жгутиконосцев (по Догелю, 1981 подклассы).

Растительные жгутиконосцы характеризуются наличием хроматофоров с хлорофиллом и светочувствительного глазка – «*стигмы*», а соответственно автотрофным (голофитным) и *миксотрофным* (смешанным) типами питания.

Животные жгутиконосцы обладают гетеротрофным типом питания и включают большое число паразитов животных и растений.

Бесполое размножение представлено монотомией и палинтомией. Реже наблюдается половое размножение (гамогамия) с образованием гамет и последующей копуляцией.

У жгутиконосцев встречаются как *изогамия* (все гаметы одинаковые по размеру и форме), так и *анизогамия* (мужские гаметы несколько отличаются от женских). В крайний случай анизогамии – *оогамия* (мужские гаметы мелкие, подвижные, со жгутиками, женские – очень крупные неподвижные, напоминают яйцеклетку). Для жгутиконосцев характерна зиготическая редукция.

Класс Растительные жгутиконосцы – *Phytomastigina*

Отряд *Euglenida* – Эвгленовые в большей мере характерны для пресноводного планктона, особенно часто они встречаются в загрязненных водах (рис.6).

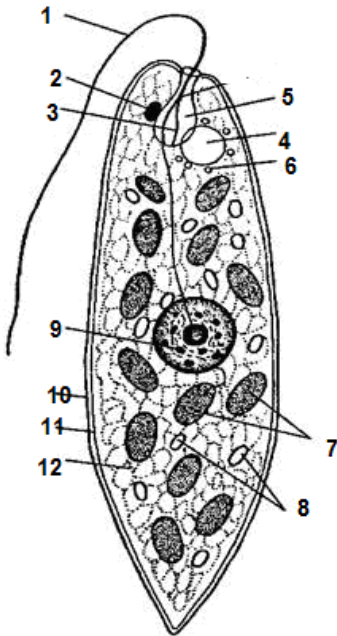


Рис.6. Эвглена зеленая (по Зеликману, 1969): 1- жгутик; 2- стигма; 3- 6 выделительная органелла(3-пора в резервуаре, 4 – сократительная вакуоль, 5- полость резервуара, 6- приводящие или собирающие вакуоли); 7- хроматофоры; 8- зерна парамила; 9 – ядро; 10 – пелликула; 11 – эктоплазма; 12 эндоплазма

В пределах этой группы встречаются все типы питания – от растительного (автотрофного), до животного (анимального). Для собственно эвглен (*Euglena*) характерен

миксотрофный (смешанный) тип питания, при этом гетеротрофное питание осуществляется у них не путем заглатывания оформленных частиц пищи, а путем осмоса: поглощения растворенных в окружающей среде питательных веществ через пелликулу (сапрофитно).

Euglena viridis - зеленый жгутиконосец, обитающий в толще пресных вод. Форма тела эвглени веретеновидная, с хорошо выраженной полярностью (рис. 6).

Передний конец тела немного уже заднего. Движение эвглени осуществляется с помощью жгутика — нитевидного выроста на переднем конце тела. Основание жгутика (кинетосома) погружено вглубь тела — жгутиковый карман. Кинетосома (базальное тельце) регулирует движение жгута. Штопорообразным движением жгутик как бы ввинчивается в воду и увлекает за собой тело биченосца, движущегося при этом поступательно и вращательно. Внутри жгутикового кармана располагается еще один маленький жгутик.

Сбоку от жгутикового кармана находится красноватое пятнышко — скопление жировых капель, красноватую окраску которым придают растворенные пигменты каротиноиды. Эта часть фоторецепторного аппарата называется *стигма*.

Вторая часть этого аппарата связана непосредственно с локомоторным жгутиком. На его боковой поверхности, обращенной в сторону стигмы, располагается небольшое утолщение — *парафлагеллярное тельце*. Освещение или затенение его вызывает изменение работы жгутика, а, в конечном счете, и изменение траектории движения. *Стигма* же в фоторецепторном аппарате играет роль экрана. Большинство растительных жгутиконосцев обладают положительным фототаксисом.

Разделение цитоплазмы на экто- и эндоплазму у эвглен выражено не очень отчетливо.

Органеллами питания эвглени служат *хроматофоры*. Хроматофор в виде овальных или колбасовидных, иногда кольцеобразных, телец, содержащих зеленый пигмент-*хлорофилл*. Продукт фотосинтезирующей деятельности эвглен - п а р а м и л. Парамил в форме многочисленных зерен, расположенных между хроматофорами (иногда внутри хроматофоров), накапливается в протоплазме в качестве запасного питательного вещества. Помимо автотрофного питания эвглени способна в темноте питаться осмотически, всасывая всей поверхностью тела растворенные в воде органические вещества.

С о к р а т и т е л ь н а я вакуоль расположена на переднем конце тела, поблизости от основания жгутика (рис. 6, 4). Сократительная вакуоль выполняет две функции - осморегуляторную и выделительную. Центральное место занимает собственно сократительная, или пульсирующая, вакуоль, *пузырек*, расширяющийся при наполнении и сокращающийся при удалении содержимого.

Сократительная вакуоль окружена мелкими пузырьками — п р и в о д я щ и м и, или с о б и р а т е л ь н ы м и, вакуолями. Вода из протоплазмы направляется в собирательные вакуоли, оттуда изливается в собственно сократительную вакуоль, из нее по заполнению — в *резервуар*, а оттуда наружу через канал, соединяющий резервуар с внешней средой.

Ядро - важная составная часть тела эвглени наряду с протоплазмой, или точнее, цитоплазмой —внеядерной частью. У эвглен ядро шаровидной формы и расположено несколько кзади от середины длины тела.

Класс Животные жгутиконосцы - *Zoomastigina*

Большинство эндопаразиты животных, реже встречаются свободноживущие виды и паразиты растений. Для

представителей этого отряда свойственно наличие кинетопласта (отсюда и название отряда).

Характерным представителем отряда является паразит крови – трипанозома (*Trypanosoma*) (рис. 7, А).

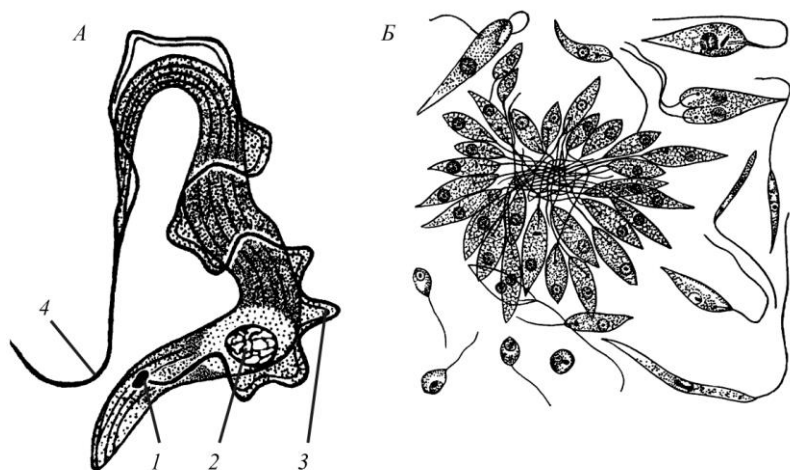


Рис. 7. Представители отряда *Kinetoplastida*: А – *Trypanosoma vittatae* (из Шаровой); Б – *Leishmania donovani* (из «Жизнь животных»); 1 – кинетопласт; 2 – ядро; 3 – ундулирующая мембрана; 4 – жгутик

Вдоль тела проходит единственный жгутик, соединенный с телом тонкой протоплазматической перепонкой – ундулирующей мембраной. Благодаря энергичным движениям *ундулирующей мембраны* трипанозома движется, кроме того, мембрана служит опорой жгутику. Волнообразное движение ундулирующей мембраны содействует продвижению трипанозомы в плазме крови, среде более плотной, чем вода.

В крови человека паразитируют *Trypanosoma rhodesiense* и *T. brucei*, вызывая сонную болезнь.

Другим опасным паразитом человека из отряда Кинетопластид являются лейшмании (*Leishmania*) (рис. 7, Б). В

отличие от трипанозом лейшмании внутриклеточные паразиты. Лейшмании вызывают опасные заболевания – кожный лейшманиоз (*Leishmania tropica*) и висцеральный лейшманиоз (*L. donovani*).

Задание 3

1. Рассмотрите на постоянных или временных микропрепаратах строение *Euglena viridis*.

2. Зарисуйте внешний вид *Euglena viridis* и сделайте следующие обозначения: ядро (место его расположения); цитоплазму; хлоропласты; сократительную вакуоль; пелликулу; жгутиковый карман; жгутик; стигму; парамильные зерна.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите составные части жгутика. Какова его функция?

2. Что такое кинетосома и где она располагается?

3. Перечислите окрашенные органоиды у растительных жгутиконосцев.

4. Какие типы полового процесса типичны для жгутиконосцев?

5. Как осуществляется бесполое размножение у жгутиконосцев?

6. Перечислите типы питания, возможные у растительных жгутиконосцев.

7. Перечислите типы покровов, которые могут быть представлены у жгутиконосцев.

8. У видов какого отряда имеется способность образовывать псевдоподии?

9. Назовите представителей жгутиконосцев, которые паразитируют в кишечнике позвоночных.

10. У представителей, каких отрядов имеется ундулирующая мембрана?

11. Какие паразитические жгутиконосцы распространяются с помощью насекомых-переносчиков?

12. Перечислите типы питания животных жгутиконосцев.

13. Какие жгутиконосцы являются кровепаразитами?

14. Какие жгутиконосцы являются внутриклеточными паразитами?

15. Какие жгутиконосцы имеют в жизненном цикле чередование бесполого и полового размножения?

16. Какие жгутиконосцы имеют колониальные формы?

Объясните значение следующих терминов

Эктоплазма, эндоплазма, плазмалемма; пелликула; внешний и внутренний скелет, псевдоподии (лобоподии, филоподии, ризоподии и актиноподии у радиолярий и солнечников); жгутик, жгутиковый карман, стигма, базальное тельце (кинетосома); кинетопласт; пищеварительная вакуоль; эндоцитоз; типы питания, голозойное и сапрофитное питание; фагоцитоз; пиноцитоз; хроматофоры; резервные питательные вещества; экзоцитоз; осморегуляторный аппарат; сократительная вакуоль; дефекация, жизненный цикл; метагенез; митоз; мейоз; гамонт; агамонт; изогами; анизогами; микро- и макро гаметы, копуляция; редукция: гаметическая, зиготическая и промежуточная; мототомия; палинтотомия; инцистирование.

ТИП СПОРОВИКИ (АПИКОМПЛЕКСЫ) — SPOROZOA (APICOMPLEXA)

В жизненном цикле обязательно присутствует стадия (вегетативная клетка — организм, зооспора, зоит), обладающая апикальным комплексом органоидов, в состав которого входят следующие структуры:

- Пелликула образована тремя мембранами - плазмалеммой и двумя мембранами внутреннего мембранного комплекса;
- Микропора, если она имеется, то обычно располагается на боковой поверхности клетки. Считается, что микропора выполняет функции ультрацитостома.
- Микротрубочки, которые берут свое начало на переднем конце клетки и направлены назад.
- Коноид — структура, располагающаяся на апикальном конце клетки. Имеет форму усеченного конуса, стенки которого построены из нескольких спирально расположенных микрофибрилл.
- Полярные кольца — кольцевые структуры, расположенные на концах тела клетки.
- Роптрии - мешковидные образования с расширенным задним и узким направленным вперед «протоком», который концом доходит до апикального конца клетки.
- Вокруг роптрий, а иногда и в задней половине клетки локализуются микронемы. Они представляют собой узкие сильно вытянутые тела.

Тип Apicomplexa распадается на два класса: *Perkinsea* и *Sporozoa*. В курсе зоологии беспозвоночных *Perkinsea* не изучается. По системе, представленной в учебнике Догеля (1981) тип Споровиков включает два класса – Грегарины — *Gregarinina* и Кокцидиеобразные — *Coccidiomorpha*

Класс Грегарины — *Gregarinina*

Включает исключительно облигатных паразитов со сложным жизненным циклом, в котором згутиковая стадия, если и сохраняется, то представлена только микрогаметами. При половом процессе происходит объединение двух особей (гамонтов) в сизигий, выделяющий общую оболочку.

ку. Паразиты различных групп беспозвоночных животных. У большинства в жизненном цикле отсутствует шизогония.

Отряд Собственно грегарины - *Eugregarinida*

Все грегарины (от латинского *gregis* – стадо) паразиты беспозвоночных, чаще насекомых.

Живут в полостях тела хозяина, главным образом в кишечнике. Отличаются крупными размерами (до 16 мм в длину). Большинство имеет органоид прикрепления — *эпимерит*. Тело покрыто образующей гребни пелликулой. Под пелликулой залегает слой эктоплазмы. Это тонкий прозрачный слой, не содержащий гранул. Основной объем клетки занят эндоплазмой.

Эндоплазма богата амилопектином — резервный углевод, который раньше назывался *парагликогеном*. За эпимеритом следует передний отдел тела - *протомерит*. Задний большой и снабженный ядром участок тела — *дейтомерит*. Перегородка между прото - и дейтомеритом септа. Питание и дыхание у грегаринов осуществляется всей поверхностью тела. Могут быть неподвижны или двигаться с помощью сокращения мионем. Размножение в основном половым путем. В отряде два подотряда: *Acephalina* (эпимерит отсутствует) и *Cephalina* (имеют органоид прикрепления - эпимерит).

Класс Кокцидиеобразные — *Coccidiomorpha*

У кокцидий (от греческого *коккос* – зародыш) круг хозяев охватывает представителей всех классов — от рыб до человека включительно. На большей части жизненного цикла являются облигатными внутриклеточными паразитами. Разные виды развиваются в разных клетках животного-хозяина: энтероцитах кишечника, эритроцитах и других форменных элементах крови, мышечных клетках и т. д. У большинства бывает чередование полового и бесполого

размножения. Резко выражена анизогамия в форме оогамии.

Подкласс включает три отряда: Кокцидии (*Coccidiida*), Гемоспоридии (=Кровяные споровики) (*Haemosporidia*), Пироплазмиды (*Piroplasmida*).

Отряд Кокцидии - *Coccidiida*

Подвижная стадия - зоиты (*мерозоиты и спорозоиты*). Снаружи тело покрыто трехслойной пелликулой. Под ней расположена система трубчатых фибрилл, называемая *субпелликулярными микротрубочками*, образующая вместе с пелликулой наружный скелет зоита. На переднем конце тела располагается конусообразная полая структура, называемая коноидом — опорная структура. В передней трети зоита лежат трубчатые мешковидно расширяющиеся на внутреннем конце органоиды — *роптрии* (от 2 до 14).

Предполагается, что в них содержится вещество, способствующее проникновению зоита в клетку хозяина. Также в переднем конце тела располагаются микронемы — плотные тяжи (10–12). Коноид, роптрии и микронемы в совокупности образуют *апикальный комплекс*. Поступление в тело питательных веществ, происходит, предположительно, через ультрацитостомы.

Имеют сложный жизненный цикл со сменой хозяев, чередования бесполого размножения, обычно многократного (в форме шизогонии или *эндодиогении*), из полового процесса и спорогонии.

Представители: *Eimeria stiedae*, *E. magna*, *E. intestinalis*, *Toxoplasma gondii*, *Sarcocystis suihominis*.

Отряд Гемоспоридии (=Кровяные споровики) *Haemosporidia*

Гемоспоридии (от греческих: *гема* – кровь, *спорос* – зародыш) паразитируют в крови позвоночных животных —

у млекопитающих, птиц, рептилий, а также у человека. Жизненный цикл сложный и складывается из следующих этапов: шизогония, развитие гамет, оплодотворение и спорогония. Паразит ни на одной из стадий не выходит во внешнюю среду. Спорогония протекает в теле кровососущих насекомых (чаще всего комаров).

Представители: *Plasmodium vivax*, *P. malariae*, *P. falciparum*, *P. ovale*.

ЗАНЯТИЕ 4.

Тип Sporozoa – Споровики

Класс Gregarinina – Грегарины

Отряд Eugregarinida – Настоящие грегарины

Подотряд Cephalina – Членистые

Вид Корицелла (*Corycella armata*)

Цель занятия – выяснение основных черт организации споровиков, изучение жизненных циклов и жизнедеятельности в связи с эндопаразитизмом.

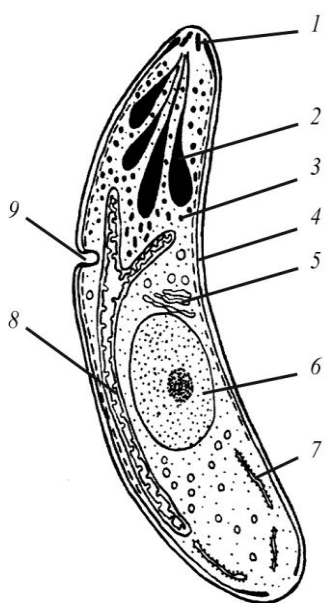
Оборудование: «мучные черви», влажные препараты черного таракана, микропрепараты грегарин, препаровальные иглы, салфетки, маленькие ножницы, чашки Петри, пинцеты, физиологический раствор.

Это большая группа исключительно паразитических простейших, насчитывающая 4800 видов. Хозяевами их являются самые различные беспозвоночные и позвоночные животные и человек.

Споровики приспособились к паразитированию в самых различных органах и тканях. Многие из них – паразиты кишечника и различных органов, связанных с пищеварительной системой (в том числе печени). Имеются виды, паразитирующие в почках, органах кровеносной сис-

темы и в крови, в нервной ткани. В этой группе также есть немало внутриклеточных паразитов.

Споровики отличаются от свободноживущих простейших отсутствием специальных органоидов захвата пищи (сапротрофы) и отсутствием органоидов движения. Только



на фазе гамет у них появляются жгутики.

Рис. 8. Зоит споровиков (из Тихомирова и др.): 1 – коноид; 2 – роптрии; 3 – микронемы; 4 – пелликула; 5 – аппарат Гольджи; 6 – ядро; 7 – ЭПР; 8 – митохондрия; 9 – микропора (ультрацитостом)

Одной из форм глубокого приспособления споровиков к паразитизму явилась выработка сложных и разнообразных жизненных циклов, часто со сменой хозяев, относящихся к разным видам и группам животного мира.

Для жизненного цикла характерно чередование бесполого (агамогония) и полового (гамогония) размножения. В целом, схема жизненного цикла складывается из чередования спорогонии, шизогонии и гамогонии.

Главной отличительной особенностью Sporozoa является то, что в их жизненном цикле обязательно присутствует стадия (зоит – мерозоит, спорозоит), обладающая апикальным комплексом органоидов (рис. 8).

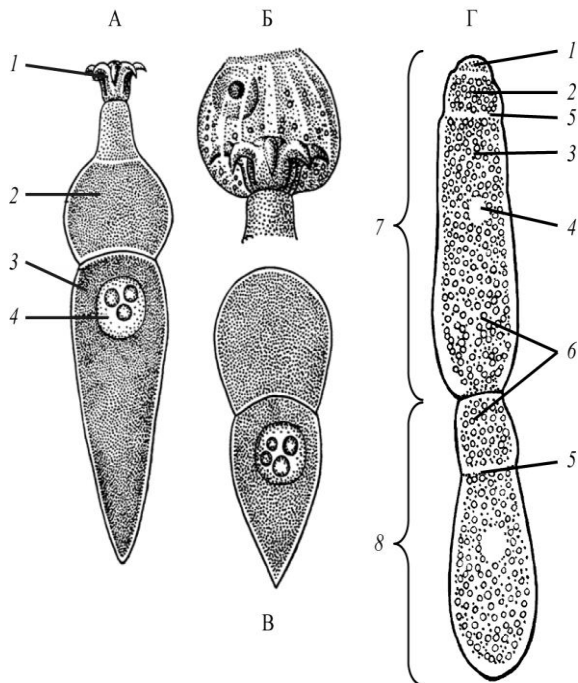


Рис. 9. Грегарины из кишечника насекомых (А–В из «Жизнь животных», Г из Тихомирова и др.): А – взрослая грегарина *Corycella armata*; Б – эпимерит грегарины, внедрившийся в эпителиальную клетку кишечника; В – грегарина, сбросившая эпимерит; Г – внешний вид сизигия; 1 – эпимерит; 2 – протомерит; 3 – дейтомерит; 4 – ядро; 5 – септа; 6 – гранулы амилопектина, 7 – примит, 8 – сателлит

Тело грегарин подразделяется на 3 отдела: *эпимерит*, который обособлен от остального тела перетяжкой и снабжен крючьями или нитевидными выростами, посредством которых паразит закрепляется в клетке хозяина; *протомерит* (более короткий) и *дейтомерит* (более длинный, содержит ядро), разделены внутренней перегородкой септой (рис. 9, А).

Грегарины малоподвижны, их слабое движение осуществляется с помощью системы сократительных волокон

– мионем в эктоплазме либо при посредстве специфического для них скользящего способа – через многочисленные поры в кутикуле выделяются тончайшие струйки особого вещества, которое, стекая по бороздкам в кутикуле, затвердевает позади тела споровика (рис.9, Б).

При достижении предельных размеров, когда грегарины готовы приступить к половому размножению, эпимерит обычно отбрасывается. Он целиком состоит из эктоплазмы (рис. 9, Б, В). Гамонты, приступая к размножению, а часто еще в период своего роста объединяются попарно в сизигии, сохраняя при этом способность двигаться и питаться (рис. 9, Г).

Настоящие грегарины паразиты исключительно беспозвоночных животных, у которых они живут в различных полостях тела. Для *Eugregarinida* характерны жизненные циклы с отсутствием шизогонии.

Ознакомление с методиками приготовления культур простейших: препараты кишечных грегаринов *Gregarina blattarum*

1. Для изучения особенностей морфологии кишечных грегаринов можно использовать виды, паразитирующие в кишечнике мраморных тараканов например, *Gregarina blattarum*, либо личинок «мучных червей» *Tenebrio (Gregarina polymorpha)*.

Для этого следует произвести вскрытие тараканов или личинок жуков (предварительно их усыпив). Вдоль боковых линий провести разрезы тела в направлении от задних брюшных сегментов вперед до среднеспинки. На этом уровне сделать поперечный надрез. Прихватив пинцетом задний край брюшка, аккуратно отделить хитин от жирового тела и трахей. Найдите кишечник (у тараканов передняя кишка включает массивный зоб и желудок, на

границе со средней кишкой видны пальчатые выросты – пилорические придатки, далее – собственно средняя кишка; далее более широкий задний отдел кишечника). Отделите кишечник, поместите в физраствор, вырежьте фрагмент средней кишки. Перенесите кусочек на предметное стекло в каплю физраствора, приготовьте давленный покровным стеклом препарат. На таком временном микропрепарате хорошо видны отдельные грегарины или сизигии – попарно сошедшиеся грегарины.

На временном микропрепарате одиночных грегаринов хорошо просматриваются все три отдела тела грегаринов: эпимерит, протомерит, дейтомерит. В состоянии сизигия эпимерит не виден. При большом увеличении хорошо заметно разделение цитоплазмы на светлую эктоплазму (выделяющую пелликулу) и более темную эндоплазму, богатую включениями, в том числе, гликогена. Для обнаружения в эндоплазме скоплений гликогена можно окрасить животных йодом по Люголю, гликоген в этом случае приобретает красновато-коричневый цвет.

- Сделайте рисунки с полученных препаратов. Отметьте внешний вид грегаринов, членение клеточного тела на прото- и дейтомерит за счет поперечных складок пелликулы.

- Найдите и зарисуйте каудально-фронтальные сизигии грегаринов.

2. Для изучения внешнего вида и строения грегаринов можно использовать препараты, изготовленные из семенных мешков дождевого червя, где они встречаются довольно часто. Для этого семенные мешки расщепляют иглами в капле физиологического раствора или воды.

Такой препарат лучше накрыть стеклом с пластилиновыми «ножками». При большом увеличении микроскопа здесь можно найти инцистированные сизигии, цисты с об-

разовавшимися в них ооцистами, а также ооцисты со спорозоитами. Необходимо зарисовать разные стадии жизненного цикла грегариин, восстановив их последовательность.

Задание 4

1. На постоянных препаратах рассмотрите и изучите особенности строения *Gregarina blattarum*.

2. Зарисуйте внешний вид грегарины и сделайте следующие обозначения: эпимерит, протомерит, дейтомерит, септу, ядро, пелликула, гликоген (амилопектин).

Вопросы для самоконтроля

1. Каким способом осуществляется питание грегариин?
2. У каких животных паразитируют грегарины?
3. Где локализованы грегарины в организме хозяина?
4. Чем представлены наружные покровы грегариин?
5. Что такое сизигий?
6. Как проходит жизненный цикл грегариин из отряда Eugregarinida?
7. Какой тип редукции характерен для жизненного цикла споровиков?
8. Как называются три части, на которые подразделяется тело грегарины?

ЗАНЯТИЕ 5.

Класс Coccidiomorpha -Кокцидиообразные

Отряд Coccidiida – Кокцидии

Подотряд Eimerina –Эймеровые

Вид Эймерия (*Eimeria tenella*; *E. magna*)

Отряд Haemosporidia – Кровяные споровики

Вид Малярийный плазмодий (*Plasmodium vivax*)

Цель занятия – изучение жизненных циклов споровиков, особенности их строения и жизнедеятельности, связанные с эндопаразитизмом.

Оборудование: постоянные микропрепараты кокцидий и плазмодия, окрашенные микропрепараты мазков крови больного малярией, микроскопы, иммерсионное масло, препаративные наборы, лупы, часовые стекла, фильтровальная бумага, физиологический раствор.

Кокцидии – внутриклеточные паразиты, в основном позвоночных животных (от рыб до человека включительно). Всего известно более 400 видов. Все Coccidiomorpha за редким исключением являются облигатными внутриклеточными паразитами. Разные виды развиваются в разных клетках животного- хозяина: энтероцитах кишечника, эритроцитах и других форменных элементах крови, мышечных клетках и т.д.

Для некоторых представителей кокцидий (*Toxoplasma*, *Sarcosporidia*) характерно бесполое размножение путем эндодиогении. Часть стадий жизненного цикла кокцидий проходит внутри хозяина и внешней среде. Жизненный цикл либо однохозяинный (*Eimeria magna*) (рис. 10), либо со сменой двух хозяев (*Toxoplasma*, *Sarcosporidia*).

Кокцидии проникают, в эпителий кишечника и других органов хозяина в стадии спорозоитов.

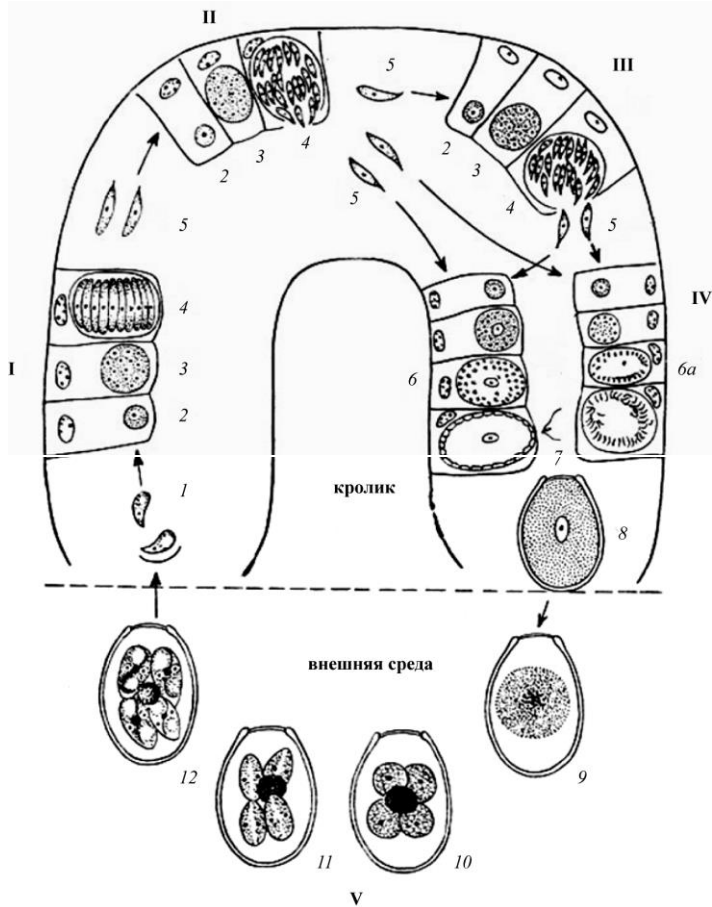


Рис. 9. Цикл развития кокцидий *Eimeria magna*: I – первое поколение шизонтов; II – 2-е поколение шизонтов; III – 3-е поколение шизонтов; IV – гаметогония; V – спорогония. 1 – спорозоиты; 2 – молодой шизонт; 3 – растущий шизонт; 4 – шизонт, распавшийся на мерозоиты; 5 – мерозоиты; 6 – развитие макрогаметы; 6а – развитие микрогамет; 7 – микрогамета; 8 – ооциста; 9 – ооциста, вышедшая из кишечника кролика; 10 – развитие спор; 11 – ооциста с 4 зрелыми спорами (в каждой споре по 2 спорозоита)

Здесь они питаются, растут, развиваются (стадия трофозоитов) и достигают стадии взрослой особи – *шизонта* (рис. 10), способной к размножению.

Последнее протекает по типу *шизогонии*, т. е. множественного деления - одной из форм бесполого размножения. Ядро при этом многократно делится; лишь после этого протоплазма одновременно делится на несколько элементов по числу образовавшихся ядер и каждый элемент получает одно ядро. Из шизонта образуется несколько мерозоитов, что ведет к увеличению численности паразитов в теле хозяина, или самозаражению (аутоинвазия).

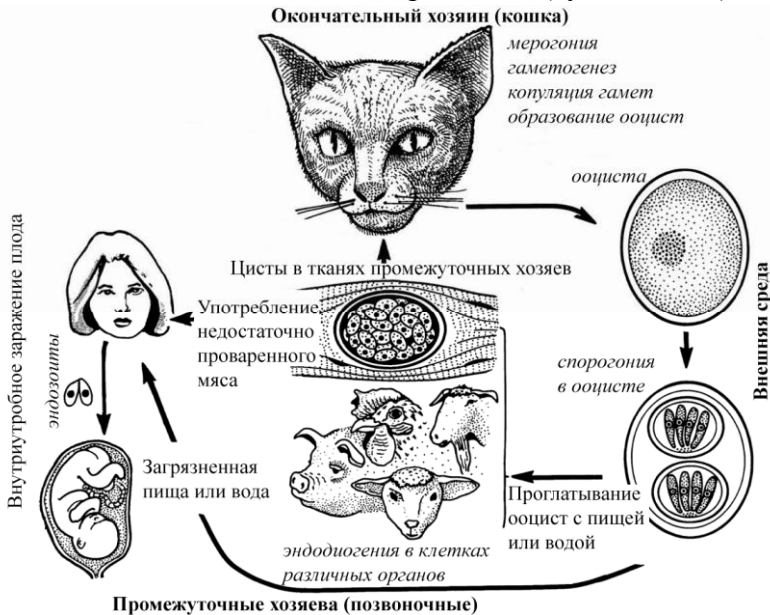


Рис. 10. Цикл развития и способы размножения *Toxoplasma gondii* (из Dubey JP, Toxoplasmosis. J Am Vet Med Assoc)

После нескольких шизогонии начинается подготовка к половому процессу - *гаметогонии* (рис. 9, IV); шизонт

распадается на несколько особей - г а м е т о ц и т о в, различающихся по половому признаку.

Женские м а к р о г а м е т о ц и т ы - растут, накапливают питательные вещества, каждая из них развивается в макрогамету. Мужские - м и к р о г а м е т о ц и т ы претерпевают деление, и из каждого образуется несколько микрогамет, снабженных парой жгутиков. Попарная копуляция путем активного проникновения микрогаметы в макрогамету приводит к образованию зиготы; инцистируясь, она превращается в *ооцисту* и с экскрементами хозяина выходит наружу.

Вне тела хозяина в ооцисте образуются споры; спорогония ведет к возрастанию числа способных к инвазии (от латинского *инвазиум* – проникший) и защищенных собственной оболочкой зародышей.

Ядро ооцисты делится два раза (редко больше); продукты деления, именуемые с п о р о б л а с т а м и, покрываются плотными оболочками и превращаются в споры; в одной ооцисте 4 споры (или больше, в зависимости от рода кокцидий).

Зародыш в споре делится, и образуется несколько *спорозоитов*; чаще всего в одной споре - два спорозоиота, так что в типичном случае в ооцисте 8 спорозоитов. Таким образом, спора у спорозоитов включает несколько спорозоитов (одноклеточных зародышей), образовавшихся в результате деления зиготы и защищенных общей плотной оболочкой; опоры обеспечивают переход паразита в тело хозяина. Когда ооциста проглатывается соответствующим хозяином, циста растворяется, спора открывается, и выходом спорозоитов жизненный цикл возобновляется.

Развитие кокцидий из родов *Toxoplasma* и *Sarcocystia* протекает со сменой хозяев (рис.10).

Токсоплазмоз – это заболевание, вызываемое одноклеточным паразитом токсоплазмой (*Toxoplasma gondii*).

Довольно широко распространено по всему миру. Окончательным хозяином паразита являются кошки. Половое размножение токсоплазм происходит только в клетках, выстилающих кишечник представителей семейства Кошачьих. Ооцисты токсоплазм выделяются с фекалиями кошки и могут быть проглочены грызунами, домашним скотом и другими животными, которые являются промежуточными хозяевами паразита. Инфицирование людей происходит при близком общении с кошкой, при употреблении инфицированного сырого мяса, а также при контакте с почвой, содержащей ооцисты, которые попали туда с кошачьими фекалиями. У беременных токсоплазмоз может передаваться через плаценту плоду и вызывать тяжелые поражения, вплоть до гибели плода.

Саркоспоридиоз – это паразитарное заболевание, вызываемое саркоспоридиями (саркоцистами). Болеют многие виды животных и человек. Существует много видов саркоспоридий, и классификация заболевания проводится в соответствии с тем, к какому виду относится возбудитель. Также выделяют несколько форм заболевания – *саркоцистоз* (у промежуточных хозяев – сельскохозяйственных животных) и кишечный саркоспоридиоз (у собак и кошек). Течение саркоспоридиоза может быть острым, чаще – у молодых животных и животных с иммунодефицитами, хроническим и бессимптомным.

Заражение саркоцистами кошек и собак происходит при поедании сырого мяса больных саркоцистозом овец, крупного рогатого скота и других промежуточных хозяев. Размножение кокцидий у дефинитивных хозяев происходит в эпителии кишечника. Затем с фекалиями во внешнюю среду выводятся спорулированные ооцисты, попадающие с загрязненной водой и кормом в желудочно-кишечный тракт промежуточных хозяев, а затем в мышечную ткань, где спороцисты могут сохраняться длительное время.

Название отряда **Haemosporidia** говорит о том, что эти споровики приспособились к паразитированию в крови. Локализация паразита – кровяные клетки-эритроциты различных позвоночных животных, особенно млекопитающих и птиц, а также и человека.

Число видов Haemosporidia более 100. Из всех отрядов споровиков – это самый малочисленный по количеству видов отряд, имеющий, однако, очень большое медицинское и ветеринарное значение.

К этому отряду относится возбудитель малярии человека (рис. 11). У людей наблюдается четыре вида малярии, которые вызываются различными паразитами, относящимися к одному роду Plasmodium (*Plasmodium vivax* – трехдневная, *Pl. malariae* – четырехдневная, *Pl. falciparum* тропическая, *Pl. ovale* - типа трехдневной), в котором в настоящее время известно около 10 видов. Наиболее широко распространена так называемая трехдневная малярия, которая вызывается *P. vivax*.

Изучение малярийного плазмодия проводится по препаратам мазков крови человека, зараженного паразитом. На препарате следует рассмотреть форменные элементы крови (лейкоциты и эритроциты). Эритроциты безъядерные, имеют форму двояковогнутой линзы, поэтому центральная часть их окрашена слабее за счет меньшей концентрации гемоглобина. Изучать препарат нужно при увеличении объектива $\times 90$ с иммерсией.

Малярийные паразиты попадают в кровяное русло человека при укусе комара (*Anopheles maculipennis*) в виде спорозоитов. Они имеют грушевидную или червеобразную форму длиной 14-15 мкм. В крови спорозоиты после заражения циркулируют 30-40 мин. С кровью и лимфой они заносятся в печень и начинают развиваться в ее клетках (*тканевая или эндогистоцитарная стадия*). Они округляются и превращаются в тканевые шизонты. Затем раз-

меры тканевого шизонта увеличивается, ядро многократно делится, образуются одноядерные формы – мерозоиты.

Каждый спорозоит может образовывать от 2000 до 40 000 мерозоитов, разрушающие гепатоциты и проникающие в кровотоки. Появление первых мерозоитов в кровяном русле у *Pl. vivax* наблюдается через 8 дней после заражения

Развитие малярийного плазмодия в эритроцитах (*эндоэритроцитарная стадия*) начинается с проникновения в него м е р о з о и т а и формирования стадии «кольца» (рис.11, 1).

- Стадия «кольца» хорошо различима на препарате, окрашенном по Романовскому-Гимза. Ядро имеет вид небольшого красного зернышка, голубоватая цитоплазма в виде тонкого кольца окружает центральную вакуоль. Размеры кольца составляют около $\frac{1}{3}$ диаметра эритроцита (рис.11, 1).
- Позднее цитоплазма утрачивает правильную форму, но вакуоль еще сохраняется. Неправильная форма плазмодия на этой стадии связана с его подвижностью (рис.11, 2).
- Постепенно происходит рост шизонта, он принимает правильную округлую форму. Одновременно происходит образование и накопление в шизонте мелких зерен коричневого пигмента.
- На следующем этапе в округлом шизонте начинается процесс ш и з о г о н и и. Ядро делится несколько раз, формируя до 24 ядер (рис.11, 3). Окруженные цитоплазмой они образуют мерозоиты, выходят в плазму крови и проникают в новые эритроциты, в которых вышеописанный процесс повторяется.

Весь период развития шизонта от проникновения в эритроциты мерозоита до конца шизогонии занимает у *Pl. vivax* 48 часов.

После завершения шизогонии в эритроцитах начинают формироваться г а м о н т ы (гаметоциты) (рис.11,4-5). Молодые гамонты отличаются от шизонтов отсутствием вакуоли и правильной формы тела. Зрелые гамонты почти полностью заполняют эритроцит, имеют сферическую форму, одно ядро и зерна пигмента в цитоплазме.

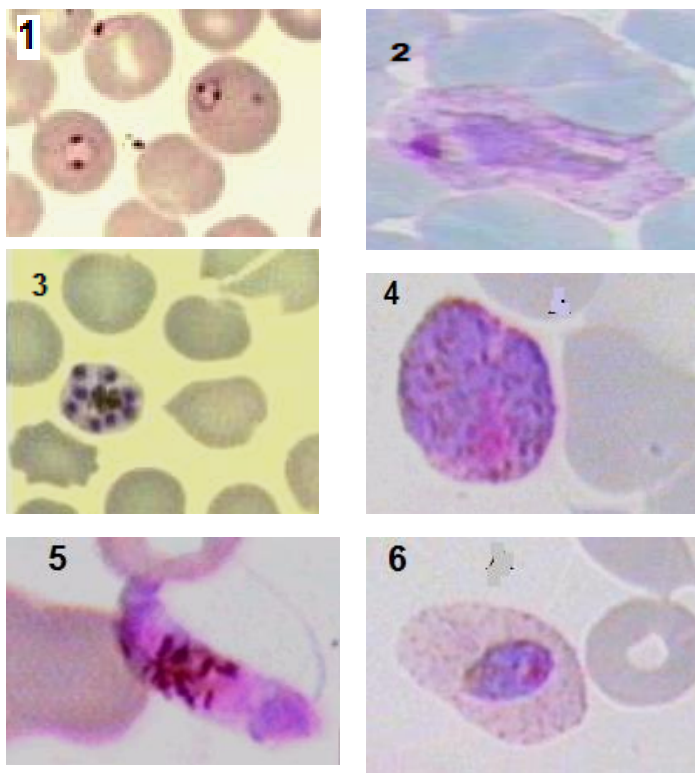


Рис.11. *Plasmodium vivax* в крови человека (из Кулиевой, 2016): 1- стадия «кольца», 2 – амёбовидная форма; 3 – многоядерный растущий шизонт; 4- макрогамонт; 5 – микрогамонт; 6- трофозоит

М а к р о г а м о н т ы (рис.11, 4) отличаются от м и к р о г а м о н т о в более крупным ядром и светлой цитоплазмой. Трофозоиты *Pl. vivax* больше по размерам, имеют псев-

доподии, которые способны передвигаться внутри эритроцита, вызывая увеличение и деформацию клеток (рис.11,6).

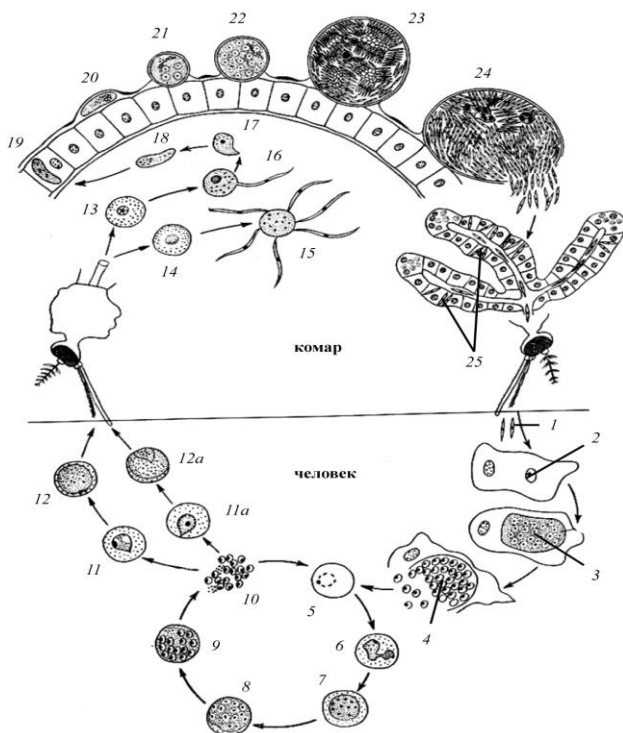


Рис. 12. Цикл развития кровяного споровика *Plasmodium vivax* (возбудителя малярии): 1 – спорозоиты; 2–4 – бесполое размножение в клетках печени; 2 – спорозоит в печёночной клетке; 3 – растущий шизонт; 4 – шизонт, распадающийся на мерозоиты; 5–10 – бесполое размножение (шизогония) в эритроцитах; 5 – молодой шизонт в форме колца; 6 – растущий шизонт; 7, 8 – деление ядер; 9 – распад шизонта на мерозоиты; 10 – выход мерозоитов; 11 – молодой макрогаметоцит; 11а – молодой микрогаметоцит; 12 – зрелая макрогамета; 12а – зрелый микрогаметоцит; 13 – макрогамета; 14 – микрогаметоцит; 15 – образование микрогаметы; 16 – копуляция микро- и макрогаметы; 17 – зиготы; 18 – подвижная зигота (оокинета); 19 – оокинета, проникающая через стенку кишечника комара; 20 – оокинета, превращающаяся в ооцисту; 21, 22 – растущая ооциста; 23 – зрелая ооциста со спорозоитами; 24 – спорозоиты, покидающие оболочку ооцисты; 25 – спорозоиты в слюнной железе комара

Переход из крови человека в кишечник комара осуществляется в процессе кровососания (рис.12).

Здесь макрогаметоцит преобразуется в одну макрогамету, а микрогаметоциты делятся, и каждый образует несколько жгутоподобных подвижных микрогамет.

Слиянием их образуется зигота, названная вследствие ее подвижности *оокинетой*. Активно пробираясь сквозь стенку кишечника, оокинета перемещается на наружную его поверхность, покрывается оболочкой и превращается в ооцисту, которая распадается на множество (тысячи) серповидных одноядерных спорозоитов.

Циста ломается, спорозоиты попадают в полость тела комара и собираются в его слюнных железах. При укусе человека таким комаром спорозоиты проникают в кровь нового хозяина, и цикл возобновляется.

Малярия – группа трансмиссивных инфекционных заболеваний, передаваемых человеку при укусах комаров рода *Anopheles* («малярийных комаров») и сопровождающихся лихорадкой, ознобами, спленомегалией (увеличением размеров селезёнки), гепатомегалией (увеличением размеров печени), анемией. Характеризуется хроническим рецидивирующим течением. Ежегодно фиксируется 350–500 миллионов случаев заражения людей малярией, из них 1,3– 3 миллиона заканчиваются смертью. 85–90% случаев заражения приходится на районы Африки южнее Сахары, в подавляющем большинстве инфицируются дети в возрасте до 5 лет.

Задание 5

1. В какой среде завершается развитие макрогамет кокцидий?

2. Как происходит проникновение микрогаметы под оболочку макрогаметы у кокцидий?

3. Чем отличается процесс первой шизогонии от второй у кокцидий?

4. Сколько шизогоний (агамных поколений) наблюдается в кишечнике кролика (при отсутствии повторных инвазий)?

5. Рассмотрите при большом увеличении препарат мазка крови человека, больного малярией. Найдите различные стадии эритроцитарной шизогонии Plasmodium.

6. Зарисуйте следующие стадии эритроцитарной шизогонии Plasmodium: стадию кольца; амeboидного и многоядерного шизонта и сделайте следующие обозначения: ядро; вакуоль; цитоплазма паразита; эритроцит.

7. Заполните таблицу 2.

Таблица 2.

Сходство и различие стадий жизненного цикла у споровиков

Особенности жизненного цикла	Грегарины	Кокцидии	Кровяные споровики
Локализация паразита в хозяине			
Пути заражения			
Количество хозяев в период			
Локализация зиготы			
Место образования споробластов и спор			
Место образования спорозоитов			
Основные хозяева			
Чередование форм размножения			

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие споровиков от паразитических жгутиконосцев?
2. Какие стадии развития выделяют в жизненном цикле споровиков?
3. В какой среде протекает спорогония у грегариин и кокцидий?
4. В чем разница между гаметогонией кокцидий и гаметогонией малярийного плазмодия?
5. Назовите основные отличия спорогонии кокцидий, грегариин и малярийного плазмодия.
6. Как различаются зиготы грегариин, кокцидий и малярийного плазмодия?
7. Чем отличается макрогамета от зрелого шизонта кокцидий?
8. Почему у кокцидий споры образуются во внешней среде?

Объясните значение терминов

Паразиты (облигатные и факультативные), носительство, переносчики (специфические и механические), зоонозы, антропонозы, зооантропонозы, эндогенная и экзогенные части жизненного цикла, хозяева окончательные и промежуточные, ундулирующая мембрана, аксостиль, кинетопласт, формы положения жгутика (амастиготная, промастиготная, эпимастиготная и трипомастиготная), эпимерит, протомерит, дейтомерит, мионемы, скользящее движение, гамонты, зоиты, сизигий, остаточное тело, спорогония, ооциста, спороциста, споробласты, спорозоиты, коноид, роптрии, микронемы, ультрацитостом, трофозоит, шизогония, шизонт, мерозоит, микро- и макрогамонты, эндодиогеия, оокинета, циклическое течение малярии, острый период малярии.

ТИП ИНFUЗОРИИ - CILIOPHORA

Инфузории – это гетеротрофные организмы, в основном свободноживущие. Всего известно около 7 500 видов. Инфузории встречаются в морской, пресноводной и почвенной фаунах. Паразитирующих инфузорий немного.

Общепринятая система типа *Ciliophora* в настоящее время отсутствует. Долгое время тип подразделялся на три класса, на основании особенностей организации околоротовой цилиатуры. Однако в последнее широкое распространение получает система инфузорий, основывающиеся на структуре ресничного аппарата всего тела, в том числе и околоротового.

Инфузории делятся на два класса: класс Ресничные инфузории (*Ciliata*) и класс Сосущие инфузории (*Suctoria*). Представители ресничных инфузорий обладают ресничками на протяжении всех фаз развития, а сосущие – лишены ресничек на большей части жизненного цикла, и только на ранних фазах развития дочерняя клетка – «бродяжка» снабжена ресничками.

Класс Ресничные инфузории - *Ciliata*

Наиболее многочисленный класс инфузорий, который включает около 20 отрядов относящихся к трем подклассам. Класс Ресничные инфузории на основе расположения и строения их ресничного аппарата, структуры ротовой цилиатуры, положения ротового отверстия подразделяется на 3 подкласса: Кинетофрагминофоры (*Kinetofragminophora*), Маломембранные (*Oligohymenophora*), Многомембранные (*Polyhymenophora*).

Подкласс Кинетофрагминофоры - *Kinetofragminophora*

Объединяет наиболее примитивно устроенных инфузорий с равномерным ресничным покровом и поверхностным положением цитостома (на переднем или брюшном конце тела). Околоротовая цилиатура представляет собой

кинетофрагмон — совокупность ресничек, почти не отличающихся от соматических.

Отряд Гимностамотиды - *Gymnostomatida*

Рот располагается на переднем конце клетки (терминально) или сбоку. Это в основном хищные инфузории, и у многих из них хорошо развит палочковый аппарат в цитоплазме около рта, который способствует прободению клетки жертвы. Представители: рода *Dileptus*, р. *Didinium*, р. *Coleps*, р. *Holophrya*, р. *Prorodon*.

Отряд Гипостоматиды - *Hypostomatida*

Обычно тело этих инфузорий сплющено, ротовое отверстие смещено набок. Представители: р. *Chilidonella*, р. *Litonotus*, р. *Colpoda*

Отряд Энтодиниоморфы - *Entodiniomorpha*

Эндобионты обитают в основном в рубце жвачных. Имеют на теле жесткие шиповидные отростки. Основу их питания составляют бактерии, кусочки клетчатки, а также другие инфузории. Энтодиниоморфы - дополнительный источник белка для хозяина.

Подкласс Маломембранные - *Oligohymenophora*

Имеют равномерную соматическую цилиатуру, ротовое отверстие погружено на дно глубокого вестибулума (предротовой впадины). Околоротовая цилиатура принципиально отличается от соматической, образуя сложные мембраны и мембранеллы, однако их немного, отсюда и название. Совокупность ресничек вокруг рта называется *тетрахимениумом*, который состоит из трех мембранелл, расположенных левее рта, и одной мембраны правее рта. Включает два надотряда.

Надотряд Гименостоматы – *Hymenostomatia* или Равноресничные инфузории (*Holotricha*)

Равномерный ресничный покров является важнейшим признаком голотрих, хотя на части тела реснички могут отсутствовать. Тонкое строение кортекса, морфология ротового аппарата и связанные с ней стратегии питания этих инфузорий разнообразны.

Отряд Гименостоматиды (= Пленочноротые) - *Hymenostomatida*

Пресноводные и морские формы, есть среди них свободноживущие и паразиты. Соматическая цилиатура ровная и густая. Для них характерно образование в области ротового отверстия ресничного предротового аппарата, слагающегося из трех мембранелл, которые расположены левее рта, и одной мембраны правее рта. Этот комплекс называется тетрахимениумом. Представители: в. *Paramecium caudatum*, в. *Ishtiophthirus multifilus* (паразит рыб), р. *Loxosephalus*, р. *Frontonia*.

Надотряд Кругоресничные инфузории — *Peritricha*

Для них характерен ресничный ряд, ведущий к цитостому и представляющий собой околоротовую спираль, состоящую из трех параллельно идущих закрученных влево мембран. Остальное тело инфузории голое, лишено ресничного покрова. Большинство ведут прикрепленный образ жизни с помощью сократимого или несократимого стебелька. Встречаются как в пресной, так и в морской воде. Есть паразитические представители.

Содержит два отряда инфузорий: Сидячие (*Sessilida*) и Подвижные (*Mobilida*)

Отряд Сидячие инфузории - *Sessilida*

Чаще имеют вид колокольчика с хорошо развитым сократимым стебельком. У некоторых стебелек не способ-

ен к сокращению. Многие инфузории этого отряда живут в домиках. Есть как одиночные, так и колониальные виды.

Отряд Подвижные инфузории -Mobilida

Большинство эктобионт, живущие на гидрах, рыбах. Кроме околоротовых ресничек мембран, подгоняющих пищу ко рту (бактерии), есть венчик ресничек (базальное кольцо) на противоположном полюсе, служащий для передвижения. Имеют сложно устроенный внутриклеточный прикрепительный аппарат (диск), позволяющий прочно закрепляться на теле хозяина (обычно жабры рыб). Представители: р. Trichodina — паразитическая инфузория, повреждающая эпителий рыб, в том числе и аквариумных.

Подкласс Многомембранные - Polyhymenophora

Характеризуется спирально закрученной вправо зоной околоротовых мембранелл (адоральных). Пищевые частицы подгоняют ко рту током воды.

Надотряд Спиральноресничные инфузории — Spirotricha

В подклассе выделяют два отряда инфузорий: Разноресничные (Heterotricha) и Брюхоресничные (Hypotrichida).

Отряд Разноресничные инфузории -Heterotrichida

Тело этих инфузорий (кроме околоротовой спирали мембранелл) равномерно покрыто густо расположенными мелкими ресничками.

Отряд Брюхоресничные - Hypotrichida

Пресноводные и морские виды. На брюшной стороне характерно наличие цирр. Представители: р. Stylonichia

Класс Сосущие — Suctoria

Ресничный покров сохраняется только у подвижной эмбриональной стадии (бродяжки), так как взрослые ведут прикрепленный образ жизни. Цитостом отсутствует. Питание осуществляется ловчими щупальцами. Все суктории хищники, пищей служат инфузории других групп.

Характерные особенности типа:

➤ Органы передвижения – реснички. По своему строению реснички идентичны жгутикам *Mastigophora*. Ресничный аппарат имеется на протяжении всей жизни, но у некоторых (*Suctorina*) ресничный аппарат имеется только у расселительных стадий (бродяжек), взрослые суктории лишены ресничек.

➤ Совокупность всех ресничек на теле инфузории называется цилиатура. Выделяют соматическую (на теле) и околоротовую (у клеточного рта) цилиатуры. Реснички на теле расположены рядами (кинетами). Реснички могут сливаться между собой образуя ряды – мембранеллы, мембраны, либо пучки – ц и р ы.

➤ Покровы представлены пелликулой и кортикальным скелетом (кортексом). Пелликула состоит из трех мембран – поверхностной, промежуточной и внутренней.

➤ В кортикальной зоне расположены э к с т р у с о м ы. Обычно это органы нападения и защиты. Самые известные из них это трихоцисты.

➤ Инфузории обладают сложной трофической системой. В ее состав входят: ротовая цилиатура, цитостом (клеточный рот); пищеварительные вакуоли,двигающиеся по определенной траектории; цитопрокт (порошица).

➤ Сократительные вакуоли состоят из центрального резервуара и приводящих каналов. Резервуар и каналы сокращаются в противофазе. Опорожнение резервуаров идет через экскреторные поры.

➤ Для инфузорий характерен ядерный дуализм, т.е. обязательно присутствуют ядра двух типов. Крупные (полиплоидные) – ма к р о н у л е у с ы или вегетативные и мелкие (диплоидные) – м и к р о н у к л е у с ы или генеративные.

➤ Бесполое размножение инфузорий – поперечное деление пополам, у сосущих отмечается почкование. Поло-

вой процесс – по типу **конъюгации**. Жизненный цикл с гаметической редукцией.

ЗАНЯТИЕ 6

Тип Ciliophora(=Infuzoria) – Инфузории

Класс Ciliata - Ресничные инфузории

Подкласс Olygohymenophora – Маломембранные

Надотряд Hymenostomatia – Равноресничные инфузории

Отряд Hymenostomatida (=Hymenostomata) –

Хименостоматиды (=Пленочноротые)

Вид Инфузория туфелька (*Paramecium caudatum*)

Цель занятия – изучение строения и основных аспектов жизнедеятельности (движение, питание, осморегуляция, размножение) инфузорий на примере туфельки.

Оборудование: микроскоп, культура инфузорий, 2%-ый раствор уксусной к-ты(CH_3COOH), раствор йода, черная тушь, пипетки, фильтровальная бумага, препоравальные иглы, предметные и покровные стёкла, вата.

Paramecium caudatum — инфузория-туфелька активно передвигающаяся в толще воды инфузория, относится к отряду *Hymenostomatida* (Гименостоматиды). Она имеет вытянутое в длину асимметричное тело. Более узкий передний конец плавно закруглен. По направлению к заднему концу тело постепенно расширяется, достигая максимальной ширины в задней трети. Самый задний участок относительно резко суживается (рис. 13). По одной стороне передних 2/3 тела тянется хорошо заметная и довольно широкая борозда, располагающаяся слегка наискось, по спирали - п е р и с т о м (околоротовое поле).

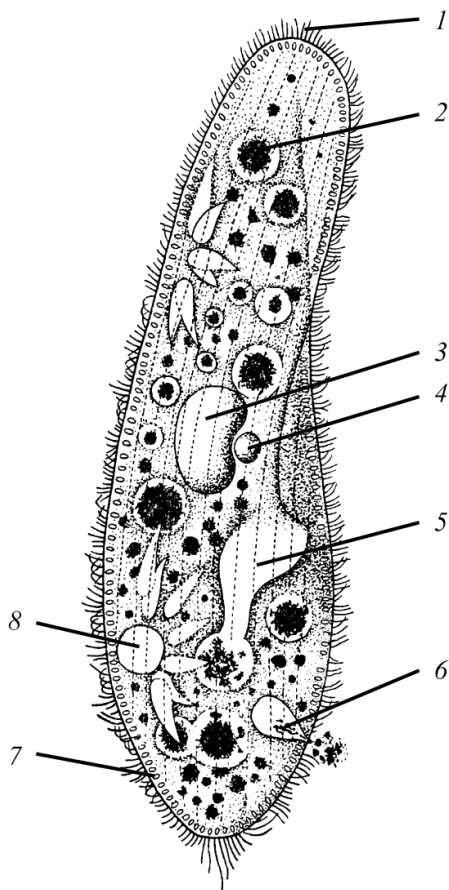


Рис. 13. Внешний вид *Paramecium caudatum*: 1 - резервуар сократительной вакуоли; 2 - приводящие каналы сократительной вакуоли; 3 - эктоплазма; 4 - эндоплазма; 5 — пищеварительные вакуоли; 6 – макронуклеус; 7 - микронуклеус; 8 - перистом; 9 - вестибулюм; 10 – цитостом; 11 - порошица; 12 - соматические реснички; 13 - задний конец; 14 - передний конец

Начинается он почти у самого переднего конца, а заканчивается уже за серединой тела. На заднем конце перистомы (перистомальный желобок) находится

небольшое углубление — *ротовая воронка* (вестибулум). На его дне располагается рот (ц и т о с т о м). За цитостомом следует в глубь тела воронкообразная глотка — ц и т о ф а р и н к с). Передний отдел глотки — вестибулум, расширен также покрыт ресничками. Поверхность тела, несущая перистом и вестибулум, обозначается как «вентральная», противоположная поверхность называется «дорсальной».

Вся поверхность клетки равномерно покрыта соматическими ресничками, рассмотреть которые можно только используя большое увеличение — по контуру клетки хорошо заметно легкое мерцание. Ряды ресничек, покрывающие тело, называются кинеты.

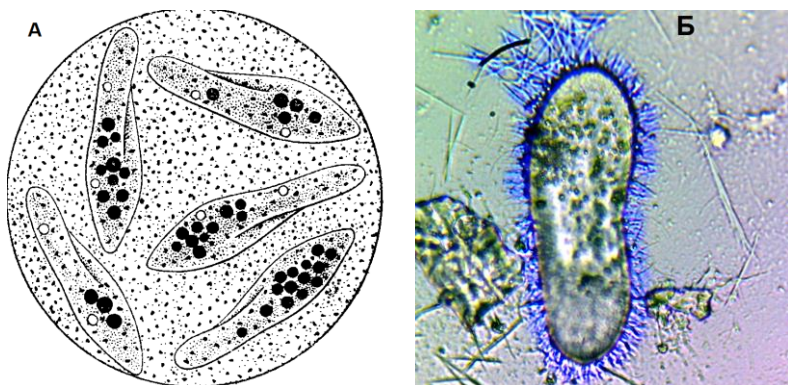


Рис.14. *Paramecium caudatum* (из сайта <http://protozoology.html>): А – Пищеварительные вакуоли в растворе туши; Б – Инфузория тугелька, окрашенная метилгрюном с выброшенными трихоцистами

Цитоплазма инфузории подразделяется на две зоны. Непосредственно под пелликулой располагается тонкий наружный слой — *эктоплазма*. Основной объем клетки занят *эндоплазмой*. Она содержит большое количество включений и все основные органоиды (рис.13).

Впячивание поверхностной мембраны вглубь цитоплазмы ведет к образованию пищеварительной вакуоли. По мере заполнения ее пищевыми частицами она увеличивается в размерах и отшнуровывается от цитофаринкса в цитоплазму. На ее месте сразу же может начать формироваться новая вакуоль.

Движение пищеварительных вакуолей в клетке в значительной степени упорядочено. Освободившись от цитофаринкса, вакуоль сначала направляется назад, затем поворачивает и движется вперед почти до самого переднего конца тела. Сначала движение идет вдоль «дорсальной» стороны тела, а затем вдоль «вентральной» поверхности.

Недалеко от заднего конца клетки, за вестибулумом, расположен ц и т о п р о к т (клеточная порошица), через который происходит удаление непереваренных остатков пищи.

Осморегуляторный аппарат инфузории-туфельки представлен двумя комплексами сократительных вакуолей. Каждый комплекс включает сферический резервуар сократительной вакуоли и 5–7 приводящих каналов.

Вокруг резервуара каналы располагаются почти строго радиально и параллельно поверхности тела. Комплексы располагаются на противоположных концах тела инфузории. Резервуары связаны с экскреторными порами. Передний и задний комплексы работают в противофазе.

Ядерный аппарат представлен одним крупным макронуклеусом (Ma) и одним маленьким микронуклеусом (Mi). У живых инфузорий в центральной части тела удается рассмотреть только место расположения Ma в виде светлого гомогенного пятна с размытыми контурами.

В кортикальном слое цитоплазмы инфузории залегают экструсомы в виде отдельных трихоцист.

Основная функция данных органоидов — это нападение и защита.

Покровы инфузории туфельки представлены п л а з м а л е м м о й, под которой располагаются альвеолы — мембранные пузырьки, все вместе это составляет п е л л и к у л у. Между альвеолами располагаются кинетосомы ресничек. Под альвеолами располагается фибриллярная сеть. В глубине эктоплазмы под сетью разбросаны митохондрии и т р и х о ц и с т ы (рис.14 Б).

Ознакомление с методиками приготовления культур простейших: приготовление культуры инфузории-туфельки

Искусственные культуры инфузорий требуют, как минимум, недельной экспозиции. Поэтому культуры разных видов инфузорий закладываем на формирование заранее. Предварительно приготавливают сенной настой и молочный раствор в качестве питательной среды. Парамеции одинаково хорошо размножаются на обеих средах. На молочном растворе хорошо разводятся брюхоресничные инфузории - стилонихии, и крупные спиростомумы. Питательным субстратом служат молочно-кислые бактерии.

Приготовление культуры инфузории. На предметное стекло поместить каплю природной культуры и чистой воды. Развести с тем, чтобы инфузории распределились более редко. На новое стекло вновь поместить каплю чистой воды и каплю культуры из предыдущего разведения (1-ое стекло) и так продолжать до тех пор, пока в капле не будет отобрана чистая, единичная культура заданного вида. При помощи тонко оттянутой пипетки отлавливают отдельных парамеций (или др. виды) и переносят в две пробирки с сенным (1) и с молочным раствором (2). После зарядки пробирку неплотно затыкают кусочком ваты. Подготовленные таким образом культуры следует выдерживать неделю в теплом, хорошо освещенном месте.

Задание 6

1. Подготовить 3 временных препарата туфельек: небольшую каплю культуры поместить на предметное стекло, добавить красителя конго красный, размазать каплю по стеклу и оставить до полного высыхания. На большом увеличении (x40) рассмотреть строение пеликулы.

2. К капле культуры туфельек добавить растертый кармин, через 15–20 минут понаблюдать за поглощением пищи и циклозом пищеварительных вакуолей.

3. В каплю культуры на предметном стекле поместить несколько волокон ваты (для замедления движения инфузорий), закрыть покровным стеклом.

На последнем препарате изучить строение туфельки и описать ее по следующей схеме:

- форма тела,
- положение перистома,
- количество и строение сократительных вакуолей,
- положение макронуклеуса,
- характер движения,
- делящиеся и конъюгирующие особи.

Добавить каплю 3% уксусной кислоты или раствора йода, рассмотреть выброшенные трихоцисты и ядерный аппарат.

4. Зарисуйте внешний вид *Paramecium caudatum* и сделайте следующие обозначения: передний и задний концы тела; дорсальная и вентральная стороны тела; перистом; вестибулум; цитостом; цитофаринкс; кинеты ресничек; соматические реснички; эктоплазму и эндоплазму; пищеварительные вакуоли; цитопрокт; резервуар сократительной вакуоли; приводящие каналы сократительной вакуоли; макронуклеус; микронуклеус; экструсомы (*трихоцисты*).

Вопросы для самоконтроля

1. Напишите латинское название типа Инфузории и перечислите его классы.

2. Способы передвижения и особенности соматической цилиатуры в связи с разными способами передвижения.

3. Питание и пищеварение, удаление непереваренных остатков у инфузорий.

4. Дыхание, выделение, защита, поддержание осмотического давления у инфузорий.

5. Ядерный аппарат инфузорий. Размножение инфузорий.

6. Перечислите подклассы в классе Ресничные инфузории и укажите их отличительные особенности.

7. Систематическая структура подкласса Маломембранные инфузории (*Oligohymenophora*). Дайте краткую характеристику каждому таксону.

8. Систематическая структура подкласса Многомембранные инфузории (*Polyhymenophora*) Подкласс *Spirotricha*. Дайте краткую характеристику каждому таксону.

Объясните значение терминов

Цилиатура; соматическая цилиатура и ее варианты; околоротовая цилиатура и ее варианты (кинетофрагмон, тетрахимениум; полихимениум); цирри; мембраны и мембранеллы; трихоцисты; кортекс; цитостом; цитофаринкс; вестибулум; цитопрокт (порошица); ядерный дуализм; макро- и микронуклеусы; автогамия; пронуклеусы; синкарион; эндомитоз.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО ТЕМЕ «ПРОСТЕЙШИЕ»

1. Морфофункциональные особенности простейших как самостоятельных организмов.
2. Современная система простейших. Краткая общая характеристика типов простейших.
3. Уровни организации простейших.
4. Органоиды движения и особенности локомоции простейших.
5. Типы питания простейших.
6. Осморегуляторный аппарат простейших, его строение и функции.
7. Способы и формы размножения простейших.
8. Типы жизненных циклов простейших. Характеристика гетерофазного жизненного цикла на примере фораминифер.
9. Общие черты организации саркодовых. Морфоэкологическая характеристика основных представителей (голые и раковинные амебы, фораминиферы, лучевики, солнечники).
10. Общие черты организации жгутиконосцев. Морфоэкологические особенности основных представителей (фитомастигины, кинетопластыды, полимастигины, опалины).
11. Циклы развития споровиков: жизненный цикл с зиготической редукцией.
12. Усложнение организации ресничных по сравнению с другими простейшими.
13. Протозойные заболевания человека и животных.

РАЗДЕЛ II

Царство ANIMALIA – ЖИВОТНЫЕ

Основное отличие царства Animalia от Protozoa – тело состоит из множества клеток, при этом клетка утратила самостоятельность, происходит дифференциация и специализация клеток с последующим объединением в ткани. Далее формируются органы, отвечающие за выполнение разнообразных функций в организме.

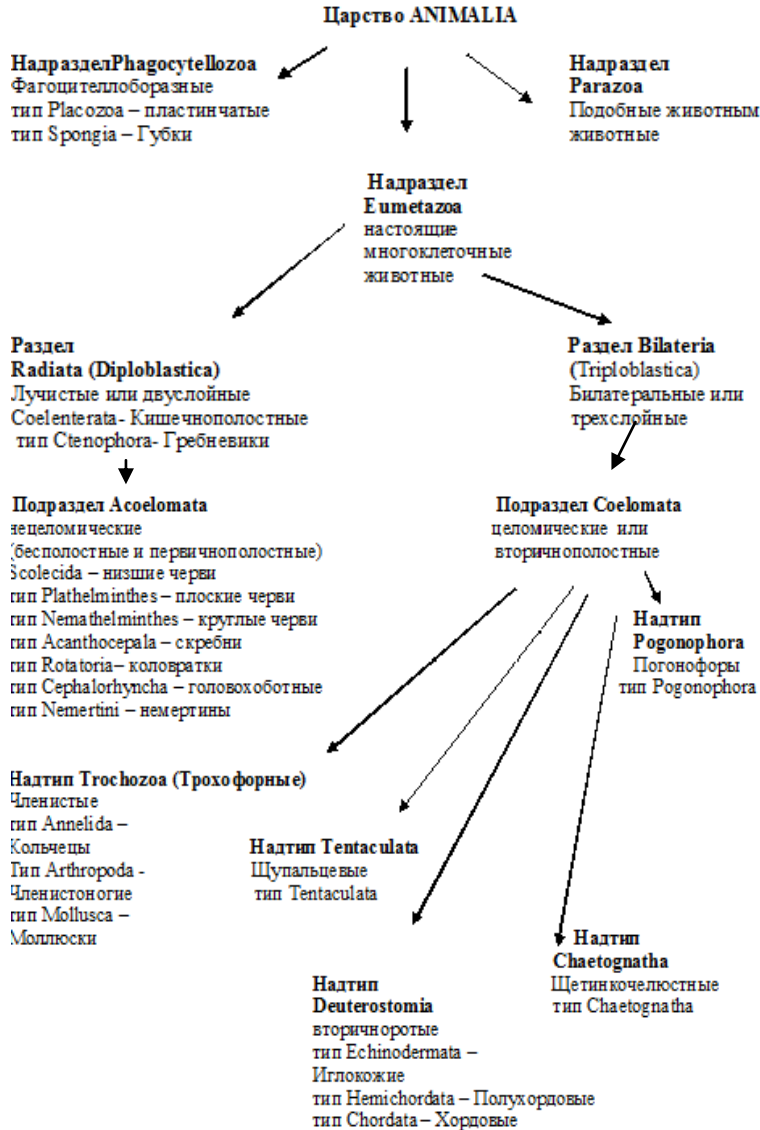
В настоящее время система *Animalia* не до конца разработана, существует много мнений по структуре как царства в целом, так и отдельных типов. В настоящем пособии мы будем придерживаться наиболее устоявшейся схемы классификации (схема 1).

Многоклеточные по современной систематике представлены царством Животных — *Animalia*. Классификация основана на особенностях онтогенеза, который характеризует довольно широкие группы, представляющие, видимо, филогенетические ветви. В настоящее время данное царство подразделяется на три надраздела: Фагоцителлообразные (*Phagocytellozoa*), примитивные многоклеточные - Паразои (*Parazoa*) и высшие, или собственно многоклеточные, Эуметазои (*Eumetazoa*).

Представители надраздела *Phagocytellozoa* обладают лишь двумя типами клеток - двигательными со жгутиками (к и н о б л а с т) и фагоцитарными, или пищеварительными (ф а г о ц и т о б л а с т). Клетки легко взаимопревращаются. Пищеварение внутриклеточное. К *Phagocytellozoa* относится один тип *Placozoa* с двумя видами одного рода.

К надразделу *Parazoa* из современных животных относится один тип — Губки (*Spongia, Porifera*), для которых характерно: отсутствие дифференцированных тканей, нервной системы, способность клеток превращаться друг в друга, эктодерма погружена внутрь, а энтодерма остается снаружи и дает покровный слой.

Схема 1.



К Eumetazoa относятся все остальные типы, для которых характерны: наличие дифференцированных тканей, настоящей нервной системы, резко выраженная индивидуальность отдельных особей, эктодерма располагается снаружи, а энтодерма внутри.

Данный надраздел распадается на два раздела - лучистые, или двухслойные (*Radiata*, s. *Diploblastica*), и билатеральных, или трехслойных (*Bilateria*, s. *Triploblastica*).

Radiata (= s.*Diploblastica*) характеризуются: наличием нескольких плоскостей симметрии; радиальным расположением органов вокруг главной оси тела; наличием только двух зародышевых листков - экто- и энтодермы, зачаточным состоянием мезодермы. К лучистым относятся только два типа - Стрекающие (Кишечнополые) - *Cnidaria* (*Coelenterata*) и Гребневики (*Stenophora*).

Билатеральные имеют одну главную ось, обладают одной плоскостью симметрии, по обе стороны которой располагаются парные органы. При нарушении двусторонней симметрии животные могут становиться асимметричными, или радиальными. Есть третий зародышевый листок — мезодерма.

В основе дальнейшей классификации типов, принадлежащих к *Bilateria*, лежит понятие полости тела, которая у разных трехслойных животных обладает разными особенностями.

Полость тела — пространство между стенкой тела (кожные покровы и мускулатура) и кишечником. У низших *Bilateria* полость тела отсутствует, так как это пространство занято соединительной тканью паренхимы. У других полость тела выражена, заполнена жидкостью, омывающей внутренние органы и играющей роль посредника в распределении кислорода и питательных веществ; участвует в выделении конечных продуктов обмена, осуществляет опорную функцию. Это так называемая первичная полость тела,

не имеющая собственных клеточных стенок и характерная только для Круглых червей (=Первичнополостных) (*Nemathelminthes*).

У всех высших Bilateralia (например Annelida) имеется вторичная полость тела, или **ц е л о м**. Стенки целома — однослойный эпителий, называемый целомическим, или перитонеальным (**ц е л о т е л и й**), которые формируются в онтогенезе из мезодермы. Этот эпителий покрывает внутреннюю поверхность стенки тела, прилегает к кишечнику и ко всем внутренним органам. За счет него образуются особые каналы (**ц е л о м о д у к т ы**), сообщающие полость целома с внешней средой. Функциями целома являются: созревание половых продуктов; опорная (**г и д р о с к е л е т**); перенос кислорода и продуктов выделения. По отсутствию или наличию целома раздел Bilateria делится на два подраздела - Нецеломические (*Acoelomata*) и Целомические (*Coelomata*).

Подраздел Нецеломические (Acoelomata) включает типы: Плоских червей (*Plathelminthes*), Круглых червей (*Nemathelminthes*), Немертин (*Nemertini*).

Подраздел Целомические (Coelomata) включает всех остальных билатеральных животных и распадается на две группы — первичноротые (*Protostomia*) и вторичноротые (*Deuterostomia*), которые отличаются главным образом особенностями эмбрионального развития.

У первичноротых **бластопор** (*первичный рот*) зародыша взрослого животного, образуется на его месте после его закрытия. Мезодерма формируется, как правило **телобластическим способом**. К Protostomia относятся типы: *Annelida*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Onichophora*.

У Deuterostomia на месте бластопора образуется заднепроходное отверстие взрослого животного, ротовое отверстие закладывается позднее и независимо от первичного рта личинки. **Мезодерма формируется энтероцельно**.

К вторичноротым относятся следующие типы: Echinodermata, Hemichordata, Chordata.

Однако среди Целомических животных есть группы, которые эволюционировали по другим путям филогенеза.

В настоящее время некоторыми авторами в составе подраздела **Coelomata** выделяется пять самостоятельных надтипов. Это надтип Членистые (*Trochozoa*) с типами — Кольчецы (*Annelida*), Членистоногие (*Arthropoda*), Моллюски (*Mollusca*); надтип Щупальцевые (*Tentaculata*) с соответствующим типом Щупальцевые (*Tentaculata*); надтип Щетинкочелюстные (*Chaetognata*) с типом Щетинкочелюстные (*Chaetognata*); надтип Погонофоры (*Pogonophora*) с типом Погонофоры (*Pogonophora*); надтип Вторичноротые (**Deuterostomia**) с типами Иглокожие (*Echinodermata*), Полухордовые (*Hemichordata*) и Хордовые (*Chordata*).

Царство Animalia -Животные
(**Metazoa** — многоклеточные)

Надраздел Parazoa – Примитивные многоклеточные -
Паразои(= «как-бы животные»)

Тип Spongia (=Porifera — Несущие поры) - Губки

Губки это древние многоклеточные животные, которые в своей эволюции не достигли уровня тканевой организации, то есть составляющие их тело клетки не интегрированы в настоящие ткани.

Для губок характерны следующие черты строения:

- Настоящих тканей нет.
- Тело слагается из трех слоев – покровного слоя клеток, внутреннего слоя клеток и промежуточного слоя, представляющего собой бесструктурное, студенистое вещество – мезоглею.
- Парагастральная (а т р и а л ь н а я) полость тела (спонгиоцель).

- Наличие иригационной (вододвигательной) системы. Пассивное питание путем создания токов воды, отсутствие рта и кишечника.
- Мышечная и нервная системы отсутствуют.
- Наличие скелета, дающего опору телу и являющегося защитным образованием.
- Размножение бесполое (почкование) и половое. Половые гонады отсутствуют, половые клетки исходно располагаются в мезоглее.
- Развитие с метаморфозом. В процессе метаморфоза происходит «извращение» зародышевых листков. Личинки – *амфибластула* и *паренхимула*.

Губки исключительно водные, преимущественно морские, неподвижные животные, обычно прикрепленные ко дну или различным подводным предметам. Часто образуют колонии. Выделяют три типа морфологического строения губок: аскон, сикон и лейкон (рис. 15).

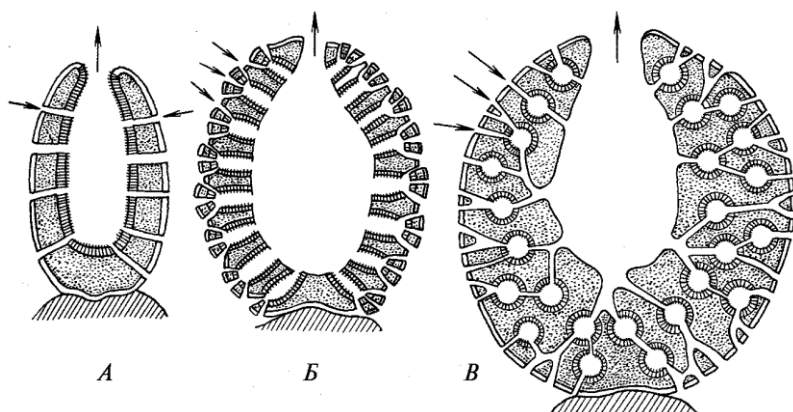


Рис. 15. Типы морфологического строения губок (по Гессе): А – аскон; Б – сикон; В – лейкон

Губкам свойственно множественное число морфологически и функционально дифференцированных клеток.

Покровные клетки: **пинакоциты** – это покровные клетки, образуют внешний слой тела губки; **пороциты** – отдельные более крупные клетки внешнего слоя, имеют внутриклеточный канал, открывающийся наружу порой; **хоаноциты** – жгутиковые воротничковые клетки, образуют внутренний слой, выполняют функцию фильтрации воды и фагоцитоза.

Клетки, расположенные в мезоглее: **колленциты** – звездчатые опорные клетки, соединительнотканнные опорные элементы. **Склероциты** (*склеробласты*) – скелетные клетки, образуют минеральные скелетные элементы губок. **Спонгиобласты** – скелетные клетки, образующие органические скелетные элементы губок. **Амебоциты** – подвижные амебоидные клетки. **Археоциты** – недифференцированные клетки, которые могут давать начало любым клеткам, в том числе и половым. **Миоциты** – слабосокращающиеся клетки. **Звездчатые клетки**, соединяющиеся между собой отростками и посылающие отростки к хоаноцитам и пинакоцитам. Возможно, являются примитивными нервными элементами.

Взрослые губки радиальносимметричные (прикрепленный, малоподвижные животные) или ассиметричные животные.

В основу классификации губок положены строение и химический состав скелета.

Тип губок делят на три класса: известковые (*Calcispongia*), стеклянные, или шестилучевые (*Hyalospongia*), и обыкновенные губки (*Demospongia*). К первым относятся губки с известковым скелетом, ко вторым – содержащие кремниевые шестилучевые иглы, и к последним – все остальные, т. е. губки, имеющие кремниевые четырехлучевые и одноосные иглы, а также роговые губки и очень немногие губки, совершенно лишенные скелета.

ЗАНЯТИЕ 7

Тип Spongia – Губки

Класс Calcarea (=Calcispongia) - известковые губки

Вид Губка сикоинального плана строения (*Sycon raphanus*)

Класс Demospongia - кремнеуговые или обыкновенные губки

Вид - Бодяга (*Spongilla lacustris*)

Сем. Spogiidae (*Euspongia officinalis*) (туалетная губка)

Цель занятия – изучение особенностей строения губок, выяснение основных черт организации назначение различных клеточных элементов

Оборудование: Влажный раздаточный материал – губка сикон, бодяга, микроскопы, лупы, чашки Петри, иглы, стекла предметные и покровные, пипетки.

Большинство представителей рода *Sycon* характеризуются небольшими размерами — от нескольких миллиметров до 1,5–2,0 сантиметров. *Sycon raphanus* желтовато-серого цвета, тело узкомешковатое (яйцевидной формы). (рис.16). Верхняя половина тела плавно сужается к апикальному концу, нижняя более резко закруглена и на своем конце несет небольшую подошву, с помощью которой губка прочно прирастает к субстрату.

На апикальном конце располагается иногда сдвинутый немного набок о с к у л ю м. Рассмотреть его удастся не всегда, так как он окружен плотным венчиком крупных оскулярных с п и к у л (иглы). Остальная поверхность тоже несет большое количество спикул, но не таких крупных. Они группируются главным образом вокруг пор, ведущих в водоносную систему.

В поперечном сечении тело почти правильно округлое, что хорошо видно на гистологических срезах. Центральную часть среза занимает с п о н г и о ц е л ь, или *парагастральная полость* (а т р и а л ь н а я п о л о с т ь), которая имеет вид округлого пустого пространства.

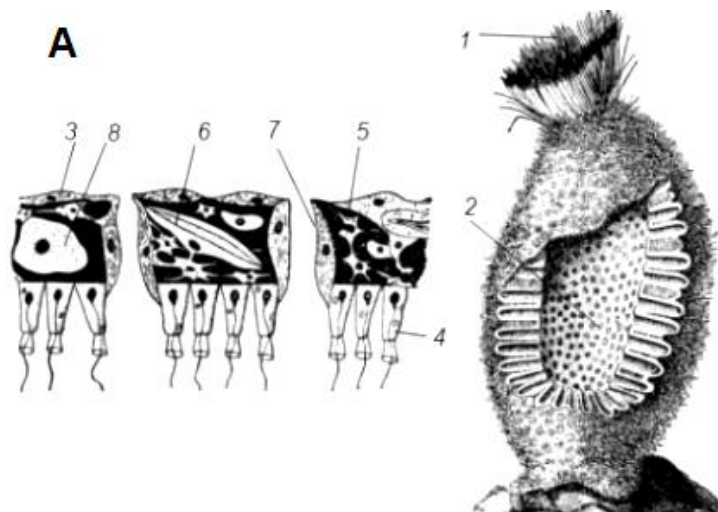


Рис.16. Строение сикона:
 А – 1- скелетные иглы, окружающие устье; 2- атриальная полость; 3- пинакоциты; 4- хоаноциты; 5-звездчатая опорная клетка; 6 – спикула; 7- пора; 8 – амебоцит; Б – внешний Вид (из Догеля)



Наружный контур тела образует многочисленные довольно глубокие и узкие впячивания в толщу тела губки. Они имеют вид неправильных по форме и слегка изгибающихся каналов. Это так называемые *приводящие каналы* водоносной системы, по которым вода поступает в тело губки.

Наружная и внутренняя поверхности губки и приводящие каналы выстланы п и н а к о д е р м о й — клеточным пластом, сформированным плоскими чешуевидными клетками — *пинакоцитами*.

Наряду с приводящими каналами, открывающимися на поверхности тела губки, на срезе можно легко обнаружить замкнутые полости, ограниченные такими же плоскими клетками.

От спонгиоцеля берут начало также глубоко вдающиеся в толщу тела губки жгутиковые карманы. Они, в отличие от приводящих каналов, часто имеют почти правильную удлинённую овальную форму. Их стенки образованы х о а н о д е р м о й - слоем хоаноцитов, расположенных в один ряд.

Приводящие каналы и жгутиковые карманы довольно правильно чередуются друг с другом. Пространство между жгутиковыми карманами заполнено м е з о х и л о м (мезоглеей), имеющим тонковолокнистую структуру. В нем можно обнаружить довольно крупные клетки - а р х е о ц и т ы. Они имеют неправильно округлую форму и крупное светлое ядро.

На некоторых препаратах в мезохиле, в непосредственной близости от хоанодермы, можно обнаружить развивающихся личинок — *амфибластул* (рис.17).

Развитие сопровождается и н в е р с и е й (сменой положения) клеток. Явление смены впервые было описано И. Деляжем в 1892 г. Половое размножение губок варьируется. У известковых губок, напр., *Clathrina* типы личи-

нок – целобластула, амфибластула, паренхимула и трихимелла (рис.17, А). Личинка паренхимула характерна для большинства обыкновенных губок. Личинка трихимелла характерна для стеклянных губок.

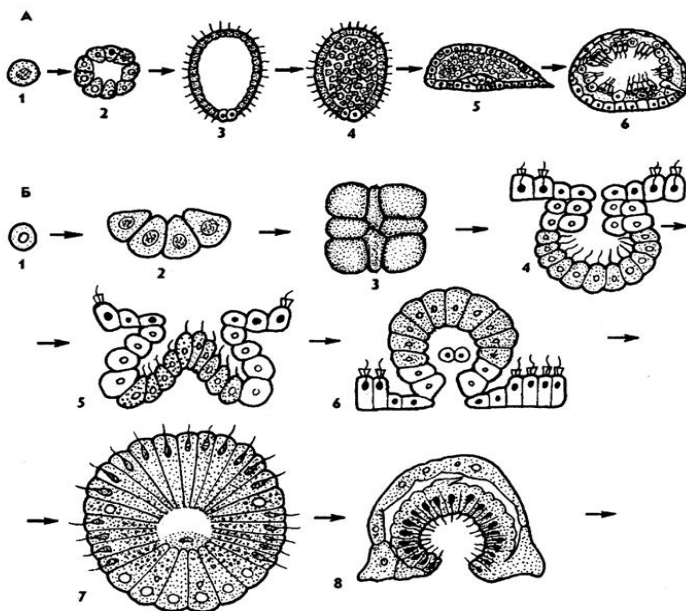


Рис. 17. Развитие губок (из Малахова): А - фазы развития губки *Clathrina*: 1 - зигота, 2 - равномерное дробление зародыша, 3 - личинка целобластула (в воде), 4 - паренхимула, 5 - осевшая личинка с инверсией пластов, 6 - образование губки со жгутиковыми камерами; Б - фазы развития губки *Leucosolenia*: 1 - зигота, 2, 3 – неравное дробление зародыша, 4 - образование стомобластулы с микромерами и макромерами (жгутики микромеров обращены внутрь), 5 – выворачивание (экскурвация) стомобластулы через фиалопор, 6 - образование амфибластулы и временное впячивание макромеров в бластоцель, 7 - восстановление амфибластулы сферической формы, 8 - превращение осевшей личинки в губку

Пресноводная губка бадяга (*Spongilla lacustris*) поселяется колониями на подводных субстратах. Форма коло-

нии неопределенная, оскулярные трубочки тонкие. К р е м н е в ы е и г л ы бадяги спаяны органическим веществом – с п о н г и н о м. Осенью в мезоглее можно увидеть *геммулы* – шаровидные почки (бесполое размножение), которые покрыты двойной оболочкой, защищающей их в зимнее время. Весной из этих почек формируются и развиваются молодые губки.

Техника приготовления препаратов спикул губок.

Фрагменты стеклянной губки со спикулами (иглы многоосные, выглядят как рога), кусочки бадяги, а также туалетной губки чуть приварить в 20% щелочи КОН (довести до кипения и выдержать 1-2 сек.). Особо внимательно отнестись к бадяге: проследить, чтобы осталась сеточка из кремниевых игл и спонгина. Затем отмыть в воде от щелочи, при этом отбирая щелочь фильтровальной бумагой, перенести на предметное стекло, убрать лишнюю воду, капнуть немного глицерин-желатина, предварительно подогретого на шпателе (следить, чтобы не было пузырей, не доводить до кипения), накрыть покровным стеклом, обвести по периметру покровного стекла рамку из асфальтового лака.

Задание 7

1. На постоянном микропрепарате рассмотрите поперечный разрез губки р. *Suson*, используя объективы разных увеличений, изучите особенности ее микростроения.

2. С помощью объектива небольшого увеличения микроскопа зарисуйте схематично внешний вид поперечного среза губки род *Suson* и сделайте обозначения: жгутиковые карманы; мезоглея (мезохил); парагастральная полость.

3. Выберите на препарате наиболее сохранившийся фрагмент и, используя объектив большого увеличения,

рассмотрите строение жгутиковых карманов, мезоглеи и сделайте рисунок, где обозначьте: хоанодерма (энтодерму); пинакодерма; мезохил (мезоглею); жгутиковые карманы; приводящие каналы; амфибластулы; архециты.

4. Почему геммулы пресноводных губок зимой не погибают?

5. Заполните таблицу 3.

Таблица 3.

Функции клеточных элементов в теле губок

<i>Клеточные элементы</i>	<i>Выполняемая функция</i>
Колленциты	
Склеробласты	
Амебоциты	
Архециты	
Хоаноциты	
Пинакоциты	
Пороциты	
Миоциты	
Спонгиобласты	

Вопросы для самоконтроля

1. Какой тип симметрии характерен для взрослых губок?

2. Как называется полость тела взрослой губки?
3. Перечислите клеточные элементы мезоглеи (паренхимы) губок.
4. Нарисуйте и расскажите особенности строения трёх морфологических типов губок.
5. Какую функцию несут хоаноциты, склеробласты, спонгиобласты?
6. Где располагается скелет губок?
7. Химический состав скелета у разных видов губок.
9. Где происходит закладка спикул и формирование спонгина?
10. Почему губок относят к примитивным многоклеточным?
11. В чем особенность эмбрионального развития известковых губок?
12. Какова роль амебоцитов в организме губок?
13. Можно ли определить число губок в разросшейся колонии губок?
14. От каких предковых форм животных произошли губки?
15. Как питаются губки?
16. Как размножаются губки?

Объясните значение терминов

Эктодерма (пинакодерма), энтодерма (хоанодерма), мезоглея, парагастральная полость, оскулюм, спикула, аскон, сикон, лейкон, хоаноцит, пинакоциты (покровные клетки), пороциты, колленциты, склероциты, амебоциты, археоциты, миоциты, спонгии, спонгиоциты, биокристаллизация, макросклеры, микросклеры, амфидиски, геммула, амфибластула, целобластула, паренхимула, гастрюла, извращение пластов (инверсия), регуляция, регенерация, соматический эмбриогенез, комменсализм, симбиоз.

Надраздел EUMETAZOA - ЭУМЕТАЗОИ
Раздел РАДИАЛЬНОСИММЕТРИЧНЫЕ - RADIATA
(лат. *radius* — луч, спица в колесе). (=s.*Diploblastica*)

Характеризуются наличием нескольких плоскостей симметрии; радиальным расположением органов вокруг главной оси тела; наличием только двух зародышевых листков — экто- и энтодермы, зачаточным состоянием мезодермы. К лучистым относятся только два типа — Стрекающие (Кишечнополосые) — *Cnidaria (Coelenterata)* и Гребневика (*Ctenophora*).

Тип Кишечнополостные - *Coelenterata*,
или Стрекающие(*Cnidaria*)

(греч. *coela* — углубление, полость, *enteron* — кишечник, *cnidos* — нить). Различают *оральный полюс*, несущий ротовое отверстие, и противоположный ему — *аборальный полюс*.

Снаружи тело кишечнополостных одето эпидермой, преимущественно эктодермального происхождения, а единственная полость — *гастральная, или желудочная*, выстлана гастродермой энтодермального происхождения.

Среди современных кишечнополостных выделяют три класса, отличающихся прежде всего строением пищеварительной системы, полнотой и типом жизненного цикла, местом закладки половых продуктов.

Класс *Hydrozoa* — Гидроидные полипы (греч. *hydra* — водяной змей)

Наиболее примитивные. Характерна нескладчатая гастральная полость, в которой отсутствуют перегородки (сеты); жизненный цикл представлен *полипоидным* (преобладает) и *медузоидным поколениями*; половые продукты эктодермального происхождения; нервная система без ганглиев (*диффузный тип*). Полипоидное поколение, как пра-

вило, образует колонии, которые часто являются полиморфными. Класс включает два современных подкласса, отличающихся жизненным циклом, степенью сложности колоний и образом жизни.

Подкласс *Hydroidea* — Гидроидные

Колонии донные, приросшие, у некоторых неколонизальных видов полип способен плавать у поверхности воды. В пределах каждого вида все особи медузоидного поколения одинаковы. В подклассе в настоящее время выделяют 5–6 отрядов (*Leptolida*, *Chondrophora*, *Trachilida*, *Hydrida*, *Hydrocorallia*).

Отряд Гидры - *Hydrida*

Одиночные пресноводные полипы без чередования поколений. Отличаются мелкими размерами (от нескольких миллиметров до 3 см в высоту).

Прикрепляются к подводным предметам. Размножаются бесполом и половым путем. Бесполое размножение проходит в форме почкования. Половое размножение начинается с наступлением холодов. Развитие прямое, т. е. без образования личиночной формы.

Отряд Текофоры - *Thecaphora*

Колонии образуют густые заросли на подводных субстратах. Характеризуются наличием гидротеки (*theca*) защитного колокола, который у отдельных представителей сильно развивается и образует защитные приспособления — крышечки и др. У ряда форм сильно выражен полиморфизм колонии, встречаются опорные особи, защитные и др. Медузы этого отряда имеют плоский зонтик и называются *лентомедузы*. Представители: р. *Obelia*, р. *Sertularia*, р. *Blackphordia*.

Отряд Атеката - *Athecata*

Внешне колонии схожи с колониями предыдущего отряда. Характеризуются отсутствием теки на гидрантах, которая доходит только до их основания. Медузы мелкие,

обычно колоколообразные, имеют глазки, лишены органов равновесия. Метагенез отчетливо выражен. Представители: *p. Tubularia*.

Отряд Лимномедузы - *Limnomedusa*

Характеризуются преобладанием медузоидного поколения. Несколько видов обитает в пресных водоемах в тропиках и субтропиках, а также, а аквариумах. Полипы этих видов очень мелкие. Представители: *p. Craspedacusta* — пресноводная медуза, *p. Gonianemus* — крестовичок, очень ядовита, вызывает ожоги и отравления общего характера.

Отряд Трахилида - *Trachylida*

Характеризуется редукцией полипоидного поколения. Для медуз характерно видоизменение ряда краевых щупалец в статоцисты. Большинство — обитатели моря, но некоторые встречаются и в пресных водах.

Крупные формы достигают до 10 см в диаметре. В составе отряда есть паразитические виды. Представители: *p. Cunina* — паразит медуз, *p. Polipodium* — паразит островой икры.

Отряд Парусники - *Vellela*

Крупные плавающие полипы. Есть треугольный полый парус, состоящий из хитиноидной гидротки удерживающий полипа подобно поплавку у поверхности воды и способствующий дрейфованию. На нижней поверхности полипа отпочковываются гонофоры или медузы. Представители: *p. Vellela*.

Отряд Гидрокораллы - *Hydrocorallia*

Морские колониальные полипы с известковым скелетом. Медузоиды недоразвиты.

Подкласс *Syphonophora* — Сифонофоры

(греч. *syphon* — трубка)

Свободноплавающие морские полиморфные колонии из полипоидных и медузоидных особей (зооидов), рас-

положенных вдоль ствола колонии. В связи с выполнением разнообразных функций зооиды имеют различное строение. Чередование поколений отсутствует. Разнообразных по форме и размерам.

Класс *Scyphozoa* — Сцифоидные медузы
(греч. *scyphos* — чаша, кубок)

Более высоко организованные, чем гидроидные. Они более крупных размеров с хорошо развитыми органами чувств. От гидромедуз отличаются отсутствием паруса. Гастральная полость имеет 4 складки (септы).

Жизненный цикл представлен преимущественно медузоидным поколением; половые продукты закладываются в энтодерме. Полипоидное поколение или отсутствует, или редуцировано и представлено одиночными полипами до 3 см в диаметре — с ц и ф и с т о м а м и. Систематика отрядов основана на особенностях вооружения рта, строения зонтика, гастроваскулярной системы и щупалец (*Semaeostomeae*, *Rhisostomidae*, *Coronata*, *Cubomedusae*, *Stauromedusae*).

Отряд Флагомедузы (= Дискомедузы) - *Semaeostomeae* Зонтик имеет дисковидно сплюсненную форму, несет по краю многочисленные щупальца. Представители: р. *Aurelia*, р. *Cyanea*.

Отряд Корнеротые медузы - *Rhisostomidae*

Крупные медузы с выпуклым зонтиком, активно плавающие. Ротовые лопасти срослись, сильно гофрированы и представляют собой цедильный аппарат для планктона, которым они питаются. Многие виды используются в пищу человеком. Представители: р. *Rhizostoma*, р. *Rhopilema*.

Отряд Корономедузы - *Coronata*

Преимущественно глубоководные медузы с поперечной перетяжкой зонтика, разделяющей его на центральный

диск и периферическую «корону». Ропалии и щупальца расположены на цоколях.

Отряд Кубомедузы - Cubomedusae

Имеют высокий четырехгранный зонтик с 4 ропалиями и с 4 простыми или разветвленными щупальцами. Встречаются в мелководье теплых морей. Есть опасные представители, вызывающие тяжелые, иногда смертельные «ожоги». Есть съедобные виды.

Отряд Сидячие медузы - Stauromedusae

В основном ведут сидячий образ жизни. Для прикрепления служит стебелек. Край зонтика образует глубокие вырезки, между которыми на особых рукообразных выростах сидят пучки головчатых щупалец.

Жизненный цикл проходит без чередования поколений. Из планулы развивается молодая медуза. Представители: р. *Haliclystus*, р. *Lucernaria*.

Класс Коралловые полипы — Anthozoa

(греч. *anthos* — цветок)

Сюда относятся кишечнополостные, имеющие разнообразный, нередко окрашенный скелет, но есть и бесскелетные формы — актинии. Гастральная полость имеет многочисленные мягкие, а нередко и скелетные складки. Чередование поколений отсутствует, представлена только полипоидная стадия; половые продукты закладываются в энтодерме. Класс разделен на 4 подкласса: два ископаемых и два современных.

Подкласс Шестилучевые кораллы — Hexacorallia

(греч. *hex* — шесть)

Подкласс представлен современными и ископаемыми формами, одиночными и колониальными. Колонии мономорфные. Вокруг рогового отверстия полипа располагаются многочисленные щупальца, а в гастральной полости — радиальные складки (м е з е н т е р и и). Число тех

и других кратно шести. Большинство гексакораллов обладают известковым (кальцитовым или арагонитовым) скелетом.

Отряд Madreporovые кораллы (= Каменистые кораллы) - Madreporaria

Образуют колонии с массивным наружным (известковым) скелетом. Это основные образователи коралловых рифов. Есть одиночные формы. Представители: *p. Leptoria* — мозговики, *p. Fungia* — грибовидные кораллы, *p. Acropora*, *p. Pocilopora*.

Отряд Актинии - Actiniaria

Одиночные крупные формы, не имеющие скелета. Способны медленно передвигаться, ползая на подошве. Часто ярко окрашены, и их называют морскими анемонами. Активные хищники. Некоторые представители данного отряда находятся в симбиозе с различными животными. Представители: р. *Actinia* — актиния, р. *Metridium* — морская гвоздика.

Отряд Цериантарии – Ceriantharia

Одиночные роющие полипы с сильной мускулатурой и без скелета.

Отряд Зоантарии – Zoantharia

Одиночные и колониальные полипы со слабо развитыми мышечными клетками и без скелета.

Подкласс *Octocorallia* — Восьмилучевые кораллы (греч. *octo*- восемь)

Подкласс представлен только колониальными формами, ископаемыми и современными. Колонии обычно массивного ветвистого типа, разнообразной формы, преимущественно полиморфные, состоящие из особей различной морфологии и функции. Обычные полипы или полипы питания имеют 8 перисто-рассеченных щупалец и мезентериев и щелевидное ротовое отверстие. Видоизмененные

полипы не имеют щупалец. Классификация отрядов основана на особенностях скелета.

Отряд Мягкие кораллы - *Alcyonaria*

Скелет состоит из многочисленных, беспорядочно разбросанных в мезоглее известковых игл (спикул). Осевой скелет никогда не образуется, в связи с этим никогда не формируются высокие колонии.

Отряд Роговые кораллы - *Gorgonaria*

Характерно наличие плотного осевого скелета, пронизывающего ствол и ветви колонии. В результате формируются высокие бичевидные и древовидные, часто ажурные колонии. Скелет состоит, у низших представителей (подотряд *Scleraxonia*) известковых спикул, спаянных известью или роговым веществом, у высших форм (подотряд *Holaxonia*) из слившихся концентрических роговых пластинок.

Отряд Морские перья - *Pennatularia*

Образуют неразветвленные, часто довольно крупные и ярко окрашенные колонии. Состоят из мясистого ствола, представляющего собой сильно разросшееся и видоизмененное тело первичного полипа, от которого отпочковываются мелкие вторичные особи. Для них характерен диморфизм.

ЗАНЯТИЕ 8

Тип *Coelenterata* – Кишечнополостные

Класс *Hydrozoa* – Гидроидные

Подкласс *Hydroidea* – Гидроидные

Отряд *Hydrida* – Гидры

Вид Гидра пресноводная (*Hydra oligactis*)

Отряд *Leptolida* – Лептолиды

Вид Обелия (*Obelia geniculata*)

Цель занятия – детальное изучение структурно-функциональных особенностей организации гидроидных

Оборудование: гидры в чашке Петри, микропрепараты, тубусы с фиксированным материалом, микроскоп, лупы, стеклянные палочки

Кишечнополостные – одна из наиболее древних групп архаичных беспозвоночных животных, представленная многочисленными ископаемыми и современными видами. Характерными особенностями этого типа являются:

- Радиальная симметрия.
- Двуслойность строения. Внешний слой – *эктодерма* и внутренний слой – *энтодерма*. Между ними находится прослойка межклеточного вещества, которое может быть представлено тонкой базальной мембраной или иметь вид студенистой массы, которое обозначается как *мезогля*.
- Наличие двух жизненных форм – *полипов*, ведущих прикрепленный образ жизни, и *медуз*, плавающих в толще воды.
- Наличие *гастральной* (кишечной) полости у полипов и *гастроваскулярной* (желудочно-сосудистой) системы у медуз.
- У всех представителей типа имеются *стрекательные клетки*. Это уникальный признак, не встречающийся больше ни у одной другой группы многоклеточных.
- Нервная система *диффузного* типа, которая состоит из чувствительных нейронов (мультиполярные). Нейроны связаны с друг-другом отростками, которые проходят мезоглею и образуют две сети – *эктодермальная* и *энтодермальная*. У медуз также отмечена концентрация нервных элементов.
- Выделительная, кровеносная и дыхательные системы отсутствуют.

- Размножение половое и бесполое. Личинка – планула.
- Для большинства характерны сложные жизненные циклы с чередованием бесполового полипоидного и полового медузоидного поколений. Такой тип чередования полового и бесполого поколений называется метатенез.

Всего известно более 10 000 видов кишечнополостных. Пресноводная гидра одиночный полип, который можно отыскать на листьях и стеблях водных растений в прудах, озерах, медленно текущих реках с июня по сентябрь. Длина тела расправленной гидры может достигать в длину 1,0–1,5 см.

Питаются гидры мелкими беспозвоночными, преимущественно ракообразными. Различают верхний конец тела, где расположено ротовое отверстие (оральный полюс, или гипостом), и нижний конец тела (аборальный полюс), слепо замкнутый, где расположена подошва, служащая для прикрепления к субстрату.

Рот окружен щупальцами, число которых обычно от 5 до 12. Поверхность щупалец покрыта равномерно расположенными батареями (группами) стрекательных клеток. Ротовое отверстие сомкнуто очень плотно, после завершения заглатывания добычи рот фактически зарастает.

Щупальца полые внутри, их стенки образованы двумя слоями клеток, разделенными базальной пластинкой (рис.18). Внутри каждого щупальца имеется просвет - продолжение гастральной полости. На большом увеличении хорошо видно, что поверхность щупалец не гладкая: по всей длине щупальца правильно чередуются слегка утолщенные участки и разделяющие их неглубокие перетяжки. Вздутия соответствуют скоплениям кницит, которые называются батареями стрекательных клеток. В состав

одной батареи чаще всего входит одна п е н е т р а н т а (=нематоциты) и группа окружающих ее в о л ь в е н т ы (=спироцисты) и г л ю т и н а н т ы (=птихоцисты). После выбрасывания стрекательной нити клетка практически сразу же погибает. Постоянное пополнение запасов этих клеток в эктодерме происходит за счет *i-клеток* (промежуточных).

Собственно тело гидры отчетливо подразделяется на два отдела. Непосредственно за венчиком щупалец начинается гастральный (желудочный) отдел. Нижняя часть тела называется стебелек, который заканчивается подошвой, с ее помощью происходит прикрепление к субстрату.

Цвет желудочного отдела гидр варьирует в зависимости от состояния сытости животных. Так, у сытых гидр он окрашен в более темные тона (рис.18).



Рис.18. Внешний вид пресноводной гидры *Hydra oligactis*
(из сайта: <https://ssaft.com>)

Стенка тела представителей рода *Hydra* двухслойная, ограничивает желудочную, или гастральную полость (рис. 19). Наружный слой клеток в стенке тела — эктодерма (э п

и д е р м и с). Ее клеточный состав гетерогенен. Основную массу составляют невысокие кубические клетки, имеющие в своем составе неправильно округлые светлые вакуоли.

Клетки эктодермы: *эпителиально-мускульные клетки* – несут функцию покровных и сократительных. *Интерстициальные клетки (i-клетки)* – мелкие, недифференцированные, из которых могут формироваться любые другие клетки эктодермы, в том числе и половые. *Нервные клетки* – располагаются под эпителиально-мускульными, образуют нервное сплетение. *Стрекательные клетки* – пенетранты (=нематоциты), вольвенты (=спироцисты), глютинанты (=птихоцисты) (рис.19). Половые клетки – мужские в верхней части стебелька гидры, женские у основания.

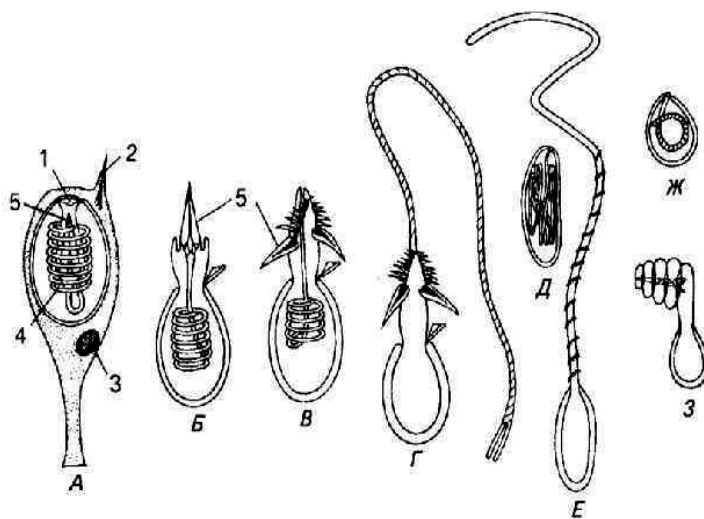


Рис. 19. Типы стрекательных капсул - книдоцитов у *Hydra oligactis* (А-Г – пенетранты; Д-Е- глютинанты; Ж-З – вольвенты): 1- крышечка стрекательной капсулы; 2- книдоциль; 3- ядро; 4- стрекательная нить с щипками; 5- щипы

Стрекательные капсулы разных типов имеют вид округлых, овальных или грушевидных тел, ограниченных

тонкими светопреломляющими стенками. Наиболее дифференцируемые стрекательные клетки — это пенетранты, внутри которых располагаются стилеты, они плотно прижаты друг к другу и образуют общее острие, которое и пробивает покровы жертвы.

Внутренний слой клеток, выстилающий гастральную полость, — энтодерма (г а с т р о д е р м и с). Образующие ее клетки значительно более высокие, чем клетки эктодермы. Чаще всего они имеют неправильно грушевидную форму. По большей части клетки энтодермы в базальной части сильно вакуолизированы.

Клетки энтодермы: *эпителиально-мышечные клетки* — отличаются от эктодермальных способностью к фагоцитозу, несут функцию покровных, сократительных и пищеварительных. *Железистые клетки* — выделяют пищеварительные ферменты в гастральную полость, где происходит внутриполостное пищеварение.

Оба клеточных пласта разделены очень узкой, но, тем не менее, хорошо различимой базальной, или опорной, пластинкой (базальной мембраной, или м е з о г л е е й).

Основу эктодермы и энтодермы составляют так называемые эпителиально-мышечные клетки (рис.20, В). Каждая клетка подразделяется на две части: собственно клеточное тело, содержащее основную массу цитоплазмы с ядром и основными органоидами, и мышечные отростки. Мышечные отростки клеток непосредственно прилегают к опорной пластинке. Все эпителиально-мышечные клетки имеют округлые довольно крупные пузырьковидные ядра, иногда с хорошо заметным ядрышком (рис.20; 9,13). Узкие мышечные волокна клеток эктодермы вытянуты в продольном направлении, т. е. параллельно орально-аборальной оси.

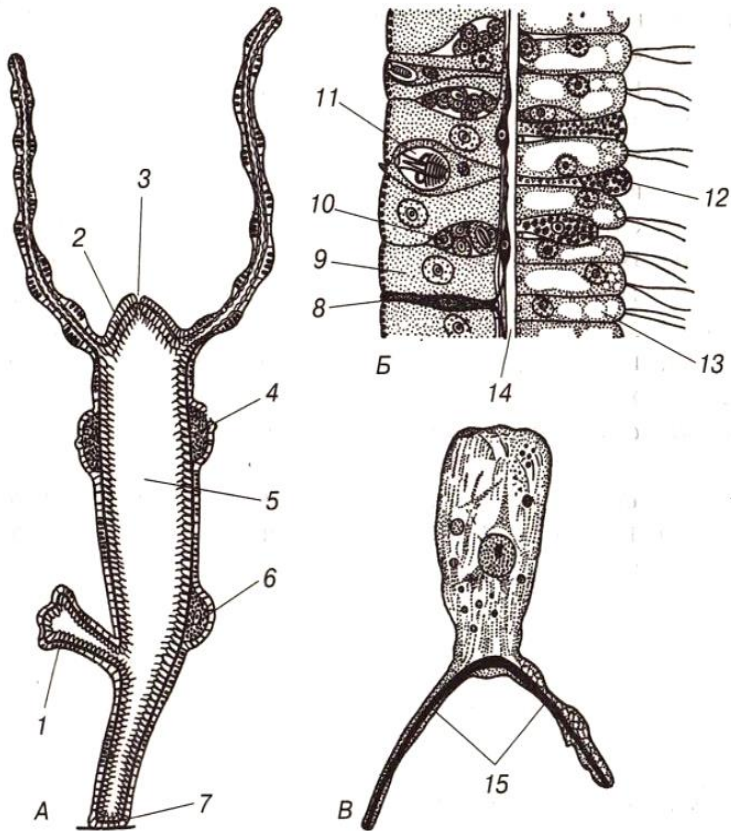


Рис.20. Пресноводная гидра (из Догеля): А- продольный разрез; Б- участок среза при большом увеличении; В- эктодермальная эпителиально-мышечная клетка; 1- почка; 2- ротовой конус (гипостом; 4- мужские половые клетки; 5- гастральная полость; 6- яйцеклетка; 7- подошва; 8- нервные клетки; 9- эктодермальные эпителиально-мышечные клетки; 10- интерстициальные клетки; 11- стрекательные клетки; 12- железистые клетки; 13- энтодермальные эпителиально-мышечные клетки; 14- мезоглея; 15- мышечные отростки

На препаратах поперечного среза они выглядят как интенсивно окрашенные точки, образующие один слой в самой базальной части эктодермы, непосредственно над базальной пластинкой.

Между эпителиально-мускульными клетками ближе к основанию клеточного пласта локализуются интерстициальные клетки (*i-клетки*). Они располагаются группами по 2–3. Для них характерны небольшие размеры и наличие плотных, интенсивно окрашенных ядер. Эти клетки обладают *totipotентными свойствами* (от лат. *totus* — весь, целый и *potentia* — сила), т.е. способны путём деления дать начало любому клеточному типу организма (рис.20, 10).

Нервные и чувствительные клетки на срезах рассмотреть не удается.

Эпителиально-мускульные клетки энтодермы выполняют пищеварительную и всасывающую функции. Апикальный конец клеток более расширен, несет несколько коротких ресничек и способен формировать псевдоподии. В цитоплазме содержится большое количество пищеварительных вакуолей. Среди них можно обнаружить и более темные экскреторные гранулы. Крупное ядро с ядрышком обычно располагается в средней части клеточного тела. От базальной части клетки отходят мускульные отростки, также плотно прилегающие к опорной пластинке, но вытянутые не в продольном, а поперечном направлении к плоскости, перпендикулярной орально-аборальной оси полипа. На срезе они соответственно оказываются перерезанными вдоль и, как правило, не видны.

Железистые клетки, входящие в состав энтодермы меньших размеров, с интенсивно окрашенной цитоплазмой, которая заполнена многочисленными секреторными гранулами (Рис.20, 13).

Гидры размножаются как вегетативным, так и половым путем. Вегетативная форма – п о ч к о в а н и е.

На некоторых препаратах можно увидеть почкующихся гидр. Зона почкования занимает среднюю часть тела — это самый задний участок желудочного отдела. На теле одновременно может присутствовать несколько разновозрастных почек (рис.20 -1,4,6).

В осенний период можно наблюдать половозрелых особей. В этот период на теле полипов формируются компактные скопления половых клеток — г о н а д ы. Яичник расположен в нижней части туловищного отдела; яйцевая клетка в эктодерме, окружена особыми питательными клетками. С е м е н н и к и с многочисленными сперматозоидами формируются в дистальной части (ближе к гипостому) туловищного отдела, также в эктодерме.

Гидроид *Obelia geniculata*. Кустистые колонии рода *Obelia* представляют собой скопление большого количества ветвей, отходящих от общего ствола, стелющегося по субстрату основания (рис. 21). Каждая ветвь несет многочисленные зооиды (отдельные особи, входящие в состав колонии). Зооиды в колонии образуются путем почкования. Самые старые зооиды в составе ветви располагаются в самом низу. Самые молодые зооиды, образовавшиеся последними, составляют ее верхушечный отдел.

Ветви колонии на всем своем протяжении снаружи защищены плотной оболочкой — т е к о й, которая также называется *перисарком*, или перидермой. Эта оболочка содержит хитин и выполняет опорную и защитную функции. Внутри перисарка располагаются мягкие ткани колонии, обозначаемые как ц е н о с а р к. Его стенки двухслойные и образованы экто-и энтодермой, разделенными тонкой базальной пластинкой. Просвет ценосарка — это гастральный канал. Он соединяет гастральные полости всех полипов, входящих в состав колонии.

Вокруг зооидов тека расширяется и образует тонкостенный колокол — г и д р о т е к а, в котором свободно располагается тело полипа. В колониях обелий различают два типа зооидов. Большинство «особей» сохраняет характерное для полипов строение и обеспечивает питание и защиту колоний. Это так называемые г и д р а н т ы.

Тело самого зооида отчетливо разделено глубокой перетяжкой на два отдела: желудочный, или гастральный, отдел и ротовой хоботок. Последний представляет собой сильно разросшийся гипостом, на конце которого располагается рот. Вокруг рта находятся щупальца в виде прозрачных тонких и длинных нитей.

Гонангии значительно крупнее обычных гидрантов, одевающая их тека (г о н о т е к а) имеет овальную или удлиненно коническую форму, а полипы очень видоизменены и специализированы.

Полип, входящий в состав гонангия, называется б л а с т о с т и л е м, имеет вытянутую форму. Тело не разделено на отделы, лишено ротового отверстия и щупалец. Основание бластостилия так же, как и у гидрантов переходит в ценосарк.

Строение гидроидной медузы (на примере р. *Obelia*). Зонтик медузы выпуклый или уплощен. В отличие от полипоидной стадии у медуз хорошо выражен слой мезоглеи. Вогнутая сторона зонтика называется с у б у м б р е л л а, выпуклая — э к с у м б р е л л а. От центральной поверхности зонтика отходит *манубрий* (ротовой стебелек) со ртом на свободном конце.

Под зонтиком у гидроидных медуз располагается плавательная перепонка — парус (*велюм*), но у представителей отряда *Leptolida* он редуцирован либо отсутствует, в частности, у взрослых медуз *Obelia*. парус отсутствует полностью.

По краю зонтика расположены щупальца с батареями стрекательных клеток, по краю зонтика также расположены органы равновесия – с т а т о ц и с т ы и примитивные г л а з а, способные различать только свет и тьму. От основания ротового стебелька отходят четыре канала гастроваскулярной системы, впадающие в кольцевой канал, расположенный по краю зонтика. Примерно на половине длины радиальных каналов расположены крупные гонады сферической формы. Гидромедузы раздельнополы.

Приготовление тотальных постоянных препаратов

***Hydra oligactis* по схеме:**

- Фиксация гидры на предметном стекле в капле 96% спирта – 5-10 ми нут
- Отобрать излишки спирта фильтровальной бумагой, следя за тем, чтобы объект оставался в капле фиксатора
- Окрашивание следует проводить кармином квасцовым в течение 5-10 минут, с контролем качества окраски под биноклем (в случае перекрашивания – отмыть подкисленным раствором спирта).
- Отобрать излишки кармина фильтровальной бумагой, оставляя объект в капле раствора
- Провести через восходящий ряд спиртов с целью обезвоживания биоматериала – 30%, 50%, 70% по 10 мин в каждом; 96% – дважды по 5 минут; 100% (абсолютный спирт) – 5 минут (следить, чтобы пары воды при дыхании не попали на объект)
- Заливка. Выдержать в толуоле 2дважды по 5 минут, капнуть бальзам, накрыть покровным стеклом и поместить в термостат на полимеризацию
- Полимеризация при $T=37^{\circ}C$ в течение 4-7- суток.

Правила разведения гидр

Гидру можно разводить в лабораторных условиях. Собранный в природных водоемах биоматериал размещают в плоскодонных аквариумах с водными растениями, такими как элодея, водяной мох. Гидр можно содержать в одной емкости с гастроподами и планариями, но не с рыбами (они выедают гидр). Присутствие брюхоногих моллюсков совместно с гидрами рекомендуется (они чистят аквариум от продуктов жизнедеятельности гидр).

Аэрация не обязательна в аквариуме с большой площадью зеркала. Если нужно сохранить гидру несколько недель без кормления, то колонию лучше содержать в холодильнике под крышкой. При длительном разведении гидры хорошо культивируются при комнатной температуре, регулярном освещении и периодическом подкармливании. При отлове гидр из аквариума для учебных и исследовательских целей следует брать тех особей, которые находятся ближе к краям, чтобы минимально травмировать всю колонию.

Задание 8

1. На постоянном микропрепарате рассмотрите продольный или поперечный разрез гидры в области гипостома.

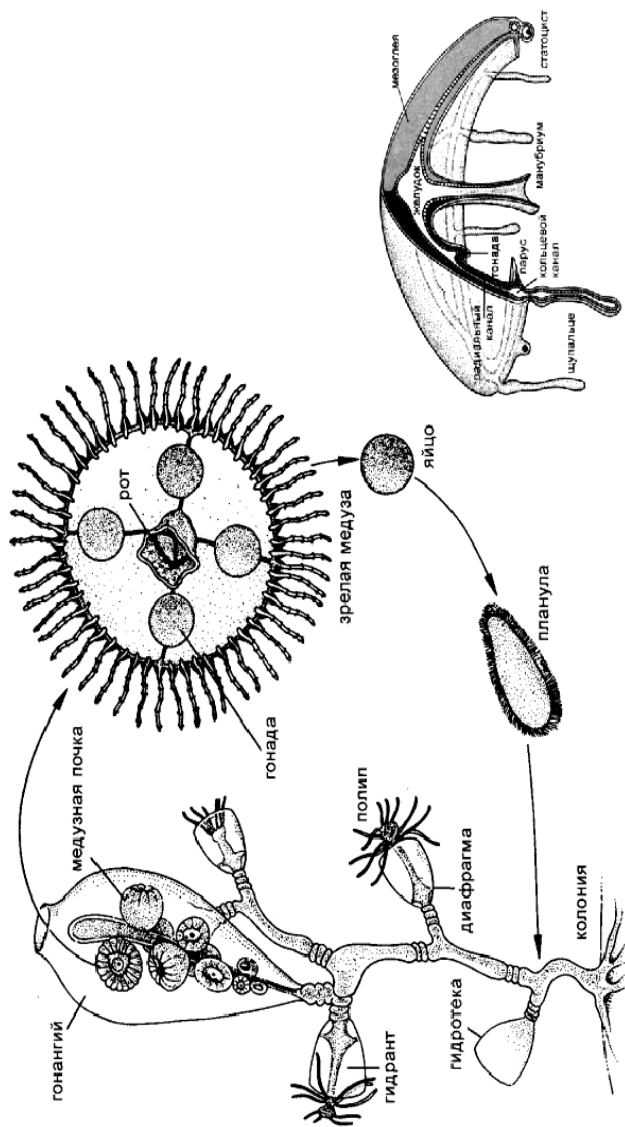
2. Зарисуйте схематично выбранный срез и сделайте следующие обозначения: эктодерма; энтодерма; базальная мембрана (пластинка); гастральная полость.

3. Рассмотрите на большом увеличении микроскопа фрагмент стенки тела гидры, изучите клеточные элементы, входящие в состав обеих слоев тела гидры.

4. Какой отдел тела гидры наиболее богат клеточными элементами и почему?

5. Что означает термин «метагенез» и какое отношение он имеет к гидроидным полипам и медузам?

Рис. 21. Цикл развития *Obelia geniculata*



Вопросы для самоконтроля

1. Какой тип симметрии характерен для кишечнополостных?
2. Сколько осей симметрии и плоскостей симметрии у кишечнополостных?
3. Назовите типы тканей, которые появляются у гидроидных?
4. Как называется внутренняя полость кишечнополостных?
5. Перечислите типы клеток эктодермы и типы клеток энтодермы у гидроидных?
6. Какой тип пищеварения свойственен кишечнополостным?
7. Что является характерной особенностью гидроидных медуз?
8. Где располагается нервная система у гидроидных медуз?
9. Какие органы чувств есть у гидроидных медуз? Их назначение.
10. Где располагаются стрекательные клетки у гидроидных медуз?
11. Что такое гидрант у морских гидроидных?
12. Куда продолжается гастральная полость гидранта?
13. Что такое тека у морских гидроидных полипов, её химический состав и назначение?
14. Из чего образуется медуза морских гидроидных полипов?
15. Какого происхождения половые железы у гидроидных медуз?

ЗАНЯТИЕ 9

Тип Coelenterata – Кишечнополостные

Класс Scyphozoa – Сцифоидные медузы

Отряд Semaestomeae – Флагомедузы

Вид Аурелия (морское блюдце) (*Aurelia aurita*)

Класс Anthozoa – Коралловые полипы

Подкласс Hexacorallia – Шестилучевые кораллы

Отряд Actinaria - (актинии, морские цветы)

Вид - Актинии (*Actinia equina*)

Цель занятия – изучение особенностей организации метагенетических кишечнополостных на примере аурелии, ознакомление организацией коралловых полипов.

Оборудование: медузы в чашке Петри с водой, тубусы с фиксированным материалом, ручные лупы, пинцет, палочки, черная бумага.

Сцифоидные медузы – исключительно морские организмы. Этот небольшой класс включает в себя около 200 видов. У сцифоидных медуз лучше развито медузоидное поколение, хотя в большинстве случаев имеется и полипоидное поколение в виде одиночного полипа – с ц и ф и с т о м ы, жизненный цикл проходит по типу *метагенеза* (рис. 22). Внешне сцифоидные медузы похожи на гидроидных медуз, но при этом у них имеются отличия в сторону усложнения строения. Характерные особенности сцифоидных медуз нижеследующее:

➤ Более сложная гастроваскулярная система – вместо ротового стебелька четыре ротовые лопасти, желудок разделен на карманы, внутренняя поверхность желудка несет **г а с т р а л ь н ы е н и т и**.

➤ Радиальные каналы разделены на несколько типов – из 16-ти радиальных каналов, отходящих от желудка и впадающих в общий кольцевой канал, различаются **в е т в я щ и е с я** (8) и **н е в е т в я щ и е с я** (8).

- Парус отсутствует, сцифоидные медузы плавают за счет сокращений зонтика.
- Гонады энтодермального происхождения и залегают в желудке.
- Нервная система еще больше усложнилась вплоть до образования скопления нервных клеток по краю зонтика – г а н г л и е в.
- Органы чувств сосредоточены в специальных видоизмененных щупальцах – р о п а л и я х. Ропалии расположены по краю зонтика в месте впадения в кольцевой канал радиальных каналов 1 и 2 порядков. Глаза более сложные, устроены по типу глазных пузырей, органы равновесия – с т а т о ц и с т ы.
- Полипоидная стадия также имеет отличие – это усложнение гастральной полости, появление перегородок внутри нее – с е п т .

Прозрачное тело медузы *Aurelia* имеет форму относительно плоского зонтика (рис. 23, А), диаметр которого может достигать нескольких десятков сантиметров. По его краю на равном расстоянии друг от друга располагаются восемь небольших выемок, в которых залегают краевые тельца — р о п а л и и. Между ропалиями край зонтика несет многочисленные, расположенные в один ряд щупальца.

В центре с у б у м б р е л л ы - нижней, вогнутой поверхности зонтика — находится четырехугольное ротовое отверстие. Его края сильно вытягиваются на углах и образуют четыре мощные, свисающие вниз *ротовые лопасти*.

У *Aurelia aurita* хорошо выражен половой диморфизм. По сравнению с самцами, ротовые лопасти самок крупнее и массивнее.. Пищеварительная система медузы гастраскулярного типа, т. е. основу ее составляет сложная система каналов, пронизывающих толщину зонтика. Ротовое отверстие ведет в желудок. Последний глубокими складками ра-

зделен на четыре кармана. Расположение карманов в теле медузы по отношению к ротовому отверстию таково, что они оказываются между ротовыми лопастями.

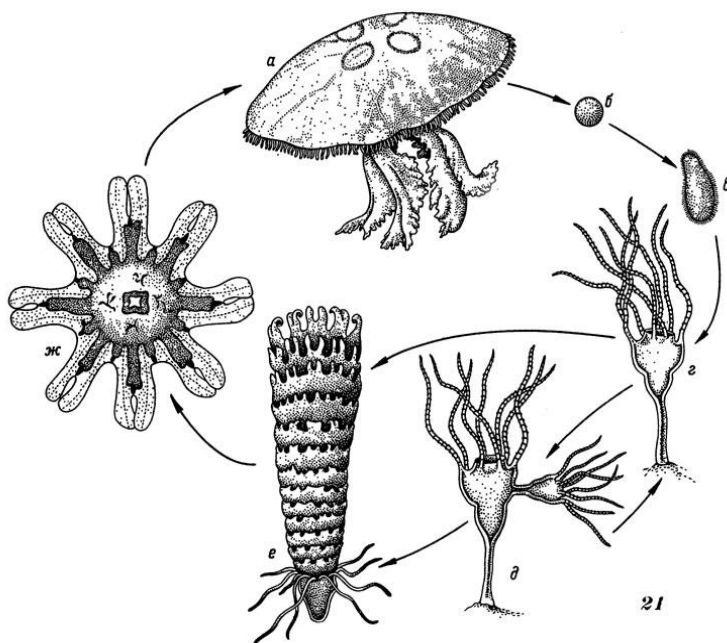


Рис.22. Развитие сцифомедузы *Aurelia aurita* (по Догелю): а – взрослая медуза; б – яйцо; в – планула; г – сцифистом; д – почкующаяся сцифистома; е – стробилиция; ж - эфира

Внутренняя поверхность карманов несет многочисленные тонкие нитевидные выросты — *гастральные нити*, служащие для увеличения площади всасывающей поверхности. Непосредственно от желудка отходят радиальные каналы.

По особенностям строения и функционирования выделяют три группы каналов, обозначаемые соответственно

как каналы первого, второго и третьего порядков. Каналы первого порядка начинаются в виде простой трубки на дне выпячиваний, разделяющих карманы желудка(рис.23,Б; 24)

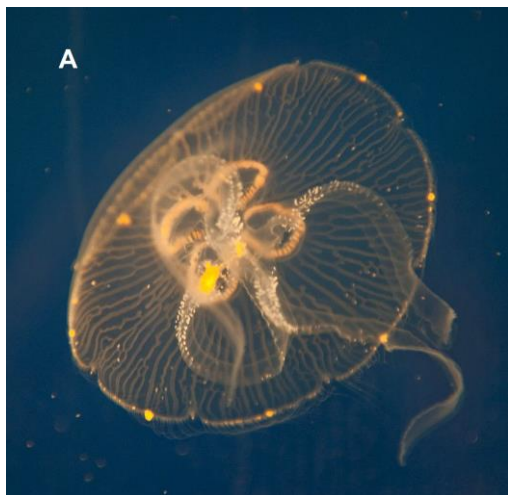
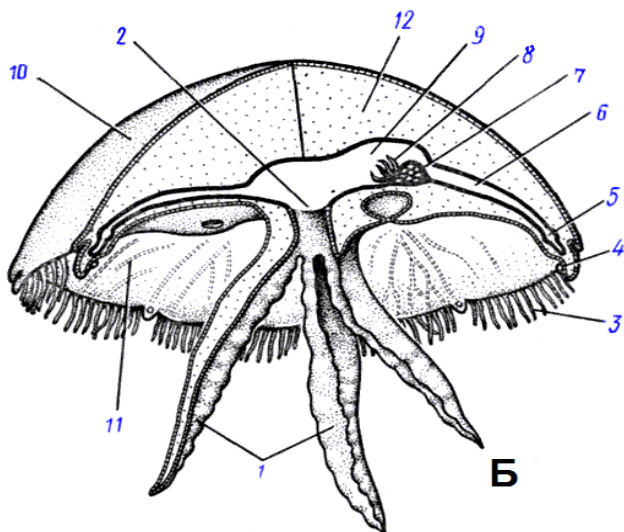


Рис.23. Сцифоидная медуза *Aurelia* (из Байера): А – внешний вид; Б- схема строения: 1-ротовые лопасти; 2- ротовое отверстие; 3- щупальца; 4- ропалий; 5- кольцевой канал;6- радиальный канал; 7- гонада; 8- гастральные нити; 9-желудок; 10- эксумбрелла; 11- субумбрелла; 12- мезogleя



От центрального ствола каждого канала отходят боковые веточки, каждая из которых в последствии разделяется

еще несколько раз. Чем больше диаметр зонтика, тем больше образуется вторичных боковых веточек. Все разветвления этого канала достигают кольцевого канала, проходящего по самому краю зонтика, и впадают в него. Всего имеется четыре канала первого порядка.

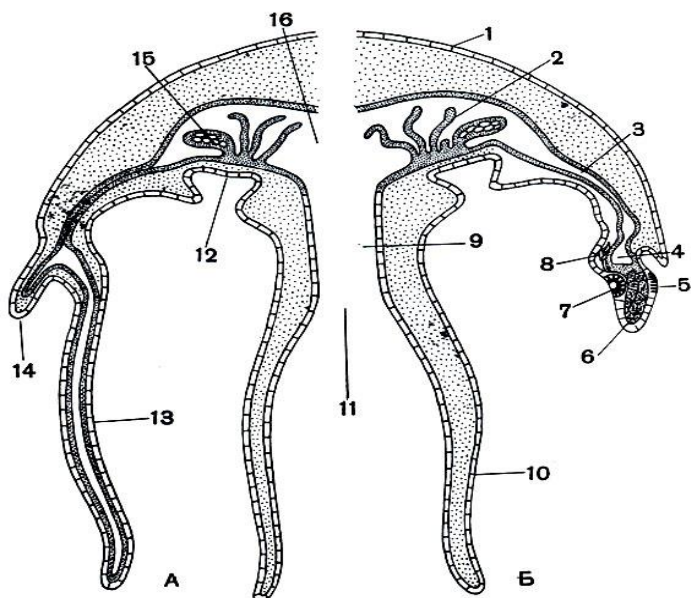


Рис.24. Схема продольного разреза сцифомедузы: А - разрез между радиальными каналами; Б - разрез в плоскости радиального канала. 1 - зонтик; 2 - гастральные нити; 3 - радиальный канал; 4 - кольцевой канал; 5 - глазное пятно; 6 - статолит ропалия; 7 - глазок; 8 - нервный ганглий; 9 - глотка; 10 - ротовая лопасть; 11 - ротовое отверстие; 12 - субгенитальная ямка; 13 - щупальце; 14 - краевая лопасть; 15 - половая железа; 16 - желудок. Эктодерма мускульный тяж. Строение эктодермы и энтодермы сцифистомы в общих чертах напоминает таковое гидроидных полипов

Ветвящиеся каналы второго порядка имеют такое же строение. Единственное отличие определяется их положе-

нием. Они начинаются непосредственно от середины наружного края. Каналов второго порядка тоже четыре.

Между каналами первого и второго порядков располагаются неветвящиеся каналы третьего порядка. Их восемь штук. Начинаются они от «углов» желудочных карманов по бокам от каналов второго порядка и в виде прямых трубок достигают кольцевого канала рис.23, Б).

Параллельно кольцевому каналу гастроваскулярной системы иногда удастся рассмотреть кольцевую мышечную ленту. Расположенное в этой же области кольцевое нервное сплетение (кольцевой нерв) не видно.

Органы чувств медузы представлены *ропалиями*, которые располагаются по краю зонтика в небольших углублениях. Ропалий имеет вид небольшого цилиндрического придатка, дистальный участок которого немного отогнут вниз. В состав ропалия входит с т а т о ц и с т — орган равновесия, фоторецепторы и обонятельные ямки.

Половая система половозрелых медуз представлена четырьмя гонадами. Они формируются в желудке и имеют вид изогнутых валиков, расположенных по краю каждого кармана. Половых протоков у медуз нет, и половые продукты поступают непосредственно в полость желудка.

Со стороны субумбреллы в области желудочных карманов имеются глубокие впячивания стенки тела. Наружу эти мешки открываются округлыми отверстиями. Считается, что эти субгенитальные мешки обеспечивают аэрацию кислородом созревающих в гонаде половых клеток.

Коралловые полипы это исключительно полипоидные формы, встречающиеся только в морях. Кораллы бывают как одиночные (рис. 25), так и колониальные. Восьмилучевые кораллы исключительно колониальные формы, среди шестилучевых имеются как колониальные так и одиночные формы. Коралловые полипы отличаются по строе-

нию от гидроидных. Отличия очень хорошо выражены в строении этих полипов.

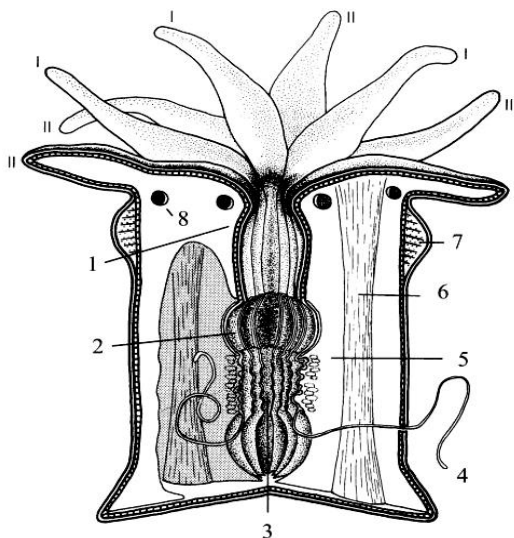


Рис. 25. Внешний вид и схема строения Актинии (*Hexacorallia*)
 I, II – щупальца; 1 – глотка; 2 – септы; 3 – гастральная полость; 4 – аконции (продолжение септ) 5 – гонады; 6 – продольные мышцы; 7 – сфинктер; 8 – остии (<http://zoomet.ru>)

Отличительные признаки в строении *Octocorallia* и *Hexacorallia* нижеследующие.

- Тело отдельного полипа цилиндрическое.
- Вокруг ротового отверстия расположены щупальца, у *Octocorallia* – 8, у *Hexacorallia* – число кратное 6, но не меньше 12. На щупальцах у восьмилучевых кораллов имеются боковые отростки – пиннулы, поэтому щупальца кажутся перистыми.
- Более мощный по сравнению с гидроидными полипами слой мезоглеи.
- Наличие известкового скелета, внутреннего (*Octocorallia*) или наружного (*Hexacorallia*), у некоторых *Hexacorallia* скелет может отсутствовать. Скелет *Octocorallia* схож со скелетом губок и представлен спикулами, которые могут свободно лежать в мезоглее, или, сливаясь, образовывать довольно прочный скелет.
- Участок поверхности тела вокруг рта впячивается в гастральную полость, образуя эктодермальную глотку. Глотка уплощена - щелевидная, по узким краям глотки расположены сифоноглифы – желобки, снабженные ресничками. У *Octocorallia* один сифоноглиф, у *Hexacorallia* 1–2.
- В гастральной полости расположены септы, которые делят ее на камеры. В районе глотки септы прирастают к ней, ниже – свободно оканчиваются в гастральной полости. Число септ и камер равно числу щупалец.
- Развитие мышечной системы, образующей на септах мускульные валики.
- По свободному краю септ расположены скопления железистых клеток, образуя мезентериальные нити.
- Половые клетки энтодермального происхождения.
- Наблюдается тенденция перехода от лучевой к билатеральной симметрии. Это видно на строении глотки и расположении мускульных валиков на септах.

Задание 9

1. Рассмотрите внешний вид сцифоидной медузы *Aurelia aurita*.

2. Изучите особенности ее строения, сделайте рисунок. Внесите обозначения: эксумбрелла; субумбрелла; ротовое отверстие; ротовые лопасти; желудок; радиальные каналы: первого, второго и третьего порядков; кольцевой канал; гонады; отверстие субгенитального мешка; щупальца; ропалии.

3. Заполните таблицу 4.

Таблица 4.

Черты сходства и различия в строении и размножении гидроидного полипа обелии и сцифоидной медузы аурелии

Элементы сравнения	<i>Obelia geniculata</i>		<i>Aurelia aurita</i>	
	полип	медуза	полип	медуза
Форма тела				
Образ жизни				
Обрамление рта				
Парус, его расположение и функции				
Расположение органов равновесия				
Расположение органов зрения				
Наличие гастральных нитей, их функции				
Раздельнополые или гермофродиты				
Место закладки гонад				
Дробление яиц				
Тип размножения				

4. Заполните таблицу 5.

Таблица 5.

Сравнительный анализ полипоидных форм разных классов типа Coelenterata

<i>Признаки</i>	<i>Hydrozoa</i> (п/класс, отряды)	<i>Scyphozoa</i> (полип- сцифистом)	<i>Anthozoa</i> (п/класс, отряды)
Среда обитания			
Образ жизни			
Одиночные или колониальные			
Размеры			
Форма тела			
Число осей симметрии			
Строение гастральной полости. Питание и пищеварение			
Мезоглея			
Мускулатура и перед- вижение			
Скелет			
Нервная система			
Органы чувств			
Половая система			
Размножение и развитие			
Практическон значение			

После заполнения таблицы сделайте вывод: полипы какого класса более сложно устроены; в каких классах полипоидное поколение является преобладающим и т. д.

Вопросы для самоконтроля

1. Что является характерной особенностью сцифоидных медуз?
2. Что такое ропалий, какова его функция?
3. Какого происхождения половые клетки сцифоидных медуз?
4. Как определить местонахождение каналов первого, второго и третьего порядков?
5. Для чего служат желудочные карманы?
6. Какой тип жизненного цикла характерен для сцифоидных медуз?
7. Где наблюдается наибольшее видовое разнообразие коралловых полипов?
8. Форма тела у коралловых полипов?
9. Число щупалец у коралловых полипов?
10. Какого происхождения глотка (эктодермальная, энтодермальная) глотка полипа?
11. Опишите морфологию гастральной полости у полипов.
12. Какое количество камер в гастральной полости полипа?
13. Что такое сифоноглиф и каковы его функции? Сколько сифоноглифов у одного полипа?
14. Что такое мезентеральные нити и какова их функция?
15. Где образуются половые железы кораллового полипа?
16. Где закладывается скелет у *Octocorallia* и *Hexacorallia*?

Объясните значение терминов

Парус (веллум), ропалия, гастровазкулярная система, приводящие радиальные каналы, статоцисты, эфиры, метагенез, мезоглея

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО ТЕМЕ «НИЗШИЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ»

1. Морфо-функциональные особенности многоклеточных.
2. Эмбриологическая классификация многоклеточных.
3. Надраздел *Phagocytellozoa*. Общая характеристика и филогения Типа *Placozoa*.
4. Надраздел *Parazoa*. Общая характеристика типа *Spongia*.
5. Гистологический состав тела губок, скелет и его систематическое значение.
6. Размножение и развитие губок.
7. Надраздел *Eumetazoa*, раздел *Radiata*. Общая характеристика типа *Coelenterata*.
8. Строение гидроидных полипов и медуз.
9. Размножение и жизненные циклы гидроидных.
10. Строение и жизненный цикл сцифомедуз.
11. Сифонофоры. Общая организация и происхождение.
12. Особенности морфо-функциональной организации коралловых полипов.
13. Скелет коралловых полипов и образование коралловых рифов.
14. Тип *Stenophora*. Своеобразие и черты усложнения гребневиков по сравнению с кишечнополостными, особенности онтогенеза.
15. Гипотезы происхождения многоклеточных.

**Раздел BILATERIA (TRIBLASTICA)-
- ДВУСТОРОННЕСИММЕТРИЧНЫЕ**
Подраздел ACOELOMATA - НЕЦЕЛОМИЧЕСКИЕ
SCOLECIDA – НИЗШИЕ ЧЕРВИ
Тип PLATHELMINTHES – ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

Плоские черви – наиболее примитивная группа из всех червей. По ряду признаков они близки к низшим многоклеточным. В тоже время для них характерен ряд прогрессивных черт, что позволило отнести их к разделу *Bilateria*.

Общая характеристика типа включает:

1. Симметрия тела билатеральная (*Bilateria*), т.е. через тело можно провести одну плоскость симметрии. Тело уплощено в дорсовентральном (спинно-брюшном) направлении. В процессе эмбриогенеза тело формируется за счет трех зародышевых листков: *экто-, мезо-, энтодермы*.

2. Полость тела заполнена клетками и их отростками, образующими паренхиму.

3. Имеется *кожно-мускульный мешок*, который образуется из покровов и залегающих под ними мышечных слоев. Покровы либо *ресничный эпителий* (класс *Turbellaria*), либо погруженный синцитиальный эпителий – **т е г у м е н т** (остальные *Plathelminthes*). Покровы подстилает базальная пластинка, под которой располагаются мышечные слои. Состав слоев в разных классах различен – *наружные и внутренние кольцевые, продольные, диагональные, дорсовентральные мышцы*.

4. Пищеварительная система неполная- это признак примитивности. Она представлена передней кишкой (эктодермальная), в частности мускулистой глоткой. Средняя кишка (энтодермальная) слепо замкнута. Задней кишки и анального отверстия нет, непереваренные частицы пищи

выбрасываются через ротовое отверстие. У паразитических форм пищеварительная система может редуцироваться.

5. Выделительная система *протонефридиального типа*. Протонефридии эктодермального происхождения.

6. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют.

7. Нервная система *ортогонального типа* состоит из головного ганглия, продольных нервных стволов и соединяющих их кольцевых комиссур.

8. Половая система – гермафродитная. Оплодотворение внутреннее перекрестное.

9. Развитие прямое (большинство *Turbellaria*), или метаморфозом.

Систематика типа основана на морфологических приспособлениях, связанных с паразитизмом и особенностях жизненного цикла. На практических занятиях обычно изучаются три класса.

Класс *Turbellaria* — ресничные черви или турбеллярии – свободноживущие плоские черви. Они лишены специфических признаков паразитических классов этого типа и обладающих мужским совокупительным органом. Для них характерно наличие ресничного покрова. Отличаясь большим разнообразием в строении, турбеллярии вместе с тем настолько близки к паразитическим классам плоских червей, что невозможно выделить признаки, которые были бы обязательны для всех турбеллярии и в то же время отсутствовали бы у паразитов.

Класс *Turbellaria* разделяют на два подкласса: Архофоры – (*Archoophora*) и Неофоры (*Neoophora*). В классе выделяют более 10 отрядов, из которых рассматриваются лишь некоторые.

Подкласс Архоофоры — *Archoophora*

Примитивные черви в основном обладают простыми яйцами и спиральным дроблением зародыша, развитие с метаморфозом. Желточники отсутствуют.

Отряд Бескишечные - *Acoela*

Очень мелкие, преимущественно морские формы, обитающие на дне литоральной зоны. Кишечника нет, его роль выполняет пищеварительная паренхима. Протонефридиев нет. Нервная система — примитивный ортогон с диффузной сетью нервных тяжей, расположена поверхностно. Половых желез у некоторых нет, половые клетки лежат прямо в паренхиме.

Представители: рода *Convoluta* — объект многочисленных физиологических исследований.

Отряд Макростомиды - *Macrostomida*

Мелкие пресноводные и морские турбеллярии с мешковидным кишечником. Половая система примитивна (нет обособленных желточников). У некоторых может быть бесполое размножение путем поперечного деления, сопровождающегося образованием цепочки особей.

Представители: р. *Macrostomium*, р. *Microstomium*.

Отряд Многоветвистые - *Polycladida*

Морские планарии, нередко сравнительно крупные (до 15 см) черви, обладающие листовидным телом. Кишечник разветвлен. Половая система примитивна (нет желточников, у некоторых нет половых протоков). Развитие с метаморфозом (имеют *Мюллеровскую личинку*).

Представители: р. *Leptoplana*

Подкласс Неоофора - *Neoophora*

Характерно наличие сложных яиц и вторично измененного дробления.

Отряд Трехветвистые (=Планарии) - *Tricladida* (=Triclada)

Могут быть морские, пресноводные и наземные (в сырой земле, под листьями). Размеры от 2–3 см до 30 см. В половой системе есть многочисленные семенники, два яичника и множество желточников. Средняя кишка трехветвистая, ротовое отверстие расположено посередине брюшной стороны.

Представители: *Dendrocoelum lacteum* - молочно-белая планария, *Polycelis nigra* — многоглазка черная.

Отряд Прямокишечные - Neorhabdacoela (=Rhabdocoela)

Мелкие 0,3–5 мм, тело слабо приплюснуто или веретеновидно. Встречаются в пресных водах, морях и на суше (во мху), есть паразиты моллюсков и других беспозвоночных. Могут плавать в воде за счет биения ресничек. Кишечник прямой, слепо замкнутый. Имеют два семенника, два яичника и два желточника. Имеют два выделительных канала с отверстиями.

Отряд Темноцефалы - Temnocephalida

Эктопаразиты тропических пресноводных ракообразных, моллюсков, водных черепах. Мелкие, уплощенные с вытянутым телом черви, обладающие спереди пучком щупалец, а сзади прикрепительной присоской с клейкими железами. Покровы лишены ресничек.

Отряд Удонеллиды - Udonelida

Мелкие морские виды, имеющие на заднем конце тела большую присоску, снабженную клейкими железами. Удонеллиды поселяются на теле рачков, которые, в свою очередь, являются паразитами рыб. Ротовое отверстие ведет в глотку и кольцевидный канал, огибающий комплекс половых желез. Развитие прямое.

Класс Сосальщики - Trematoda (= Digenea)

Подкласс Буцефалиды — *Vucephalida*

Ротовое отверстие расположено на брюшной стороне, примерно на уровне ее середины. Ротовой и брюшной присосок нет. Прикрепительный аппарат на переднем конце тела представлен в виде присоски, окруженной 7 пальцеобразными или короткими мускулистыми выростами, или простой присоской без выростов или воронкообразным углублением с втяжным хоботком. Метацеркарии локализуются под кожей, большей частью на жаберных дужках, главным образом у карповых рыб. Взрослые — паразиты кишечника хищных рыб.

Подкласс Просостомиды — *Prosostomidea*

Характеризуются терминальным или субтерминальным расположением рта, находящегося обычно в глубине ротовой присоски. Органы прикрепления представлены ротовой и брюшной присосками. Развитие сложное, с чередованием поколений и сменой хозяев. Первым промежуточным хозяином является брюхоногий моллюск, вторым (если он есть) — различные беспозвоночные и позвоночные. Половозрелые паразитируют у позвоночных всех классов, реже у беспозвоночных.

Отряд Фасциолиды - *Fasciolida*

Разнообразной формы и размеров трематоды. Куттикула гладкая или вооруженная шипами. Ротовое отверстие лежит в глубине ротовой присоски, находящейся на переднем конце тела. Ротовая присоска часто вооружена шипами, или дополнительными мускулистыми образованиями. Брюшная присоска обычно имеется. В отдельных случаях обе присоски могут быть редуцированы. Кишечник обычно двуветвистый, ветви могут сливаться на конце тела или давать боковые ветви. Яичники впереди семенников или между ними. Желточники располагаются по бокам те-

ла. Семенников два, реже один. Развитие с одним или двумя промежуточными хозяевами.

Представители: *Fasciola hepatica* — печеночный сосальщик, *Fasciola gigantica* — гигантский сосальщик.

Отряд Описторхиды - Opisthorchida

Трематоды средней величины плоским или цилиндрическим телом. Присоски сближены; брюшная присоска развита слабо. Глотка имеется. Кишечные стволы обычно доходят до конца тела. Семенники располагаются в задней части тела, часто лопастные или ветвящиеся. Яичник располагается впереди семенников. Желточники лежат по бокам тела. Паразиты желчных протоков и желчного пузыря, поджелудочной железы и кишечника позвоночных животных. Развитие со сменой двух промежуточных хозяев — моллюсков и позвоночных животных (рыб, амфибий). Представители: *Opisthorchis felineus* — описторхис (=двуустка кошачья, двуустка сибирская).

Отряд Плягиорхиды - Plagiorchida

Мелкие трематоды, кутикула которых обычно покрыта шипиками. Семенники находятся позади яичника. Матка располагается позади брюшной присоски. Желточники располагаются по бокам тела. Яйца мелкие, многочисленные. Церкарии имеют стилет. Паразиты позвоночных животных. Представители: *Dicrocoelium dendriticum* (= *D. lanceatum*) — двуустка ланцетовидная.

Отряд Шистосоматиды - Schistosomatida

Раздельнополые удлинённые трематоды. Самки обычно длиннее и тоньше самцов. В период копуляции самка располагается в вентральной борозде самца. После оплодотворения особи разных полов живут раздельно. Присоски, если они имеются, сближены между собой. Глотка отсутствует. Пищевод короткий. У самца семенники множественные, лежат или в передней, или в задней части тела, непосредственно впереди слияния стволы кишечника.

Яичник удлинённый, иногда свернутый спиралью. Желточники располагаются позади яичника. Яйца без крышечек, содержат развивающегося мирацидия. Паразиты кровеносных сосудов кишечника, печени или мочеполовой системы. Представители: *Schistosoma haematobium* — шистосома кровяная (=двуустка кровяная).

Подкласс Аспидогастреиды — *Aspidogastreidae*

Характерно особое строение органов прикрепления: вместо брюшной присоски имеется громадный брюшной присасывательный диск, который разбит на несколько рядов присоскообразных ямок. Жизненный цикл идет с метаморфозом, но иногда не сопровождается чередованием поколений. Паразитируют у моллюсков, рыб и черепах. Представители: *Aspiger conchicola* — паразитирует в околосердечной сумке двустворчатых моллюсков — беззубок (р. Anodonta).

Класс Моногенеи — *Monogenea*

Большинство эктопаразиты рыб, реже амфибий, один вид обитает под веками глаз бегемота. Размеры: от нескольких миллиметров до 3 см.

Тело подразделяется на собственно тело и прикрепительный диск, который состоит из хитиноидных крючьев, присоски и клапанов. Имеют поверхностную нервную систему типа ортогон. Выводные каналы протонефридиев не сливаются, а открываются на переднем конце тела самостоятельным отверстием. Внутри ротового отверстия могут быть небольшие присоски. Могут иметь 1 или 2 пары глаз.

Для моногеней характерно как живорождение, так и откладывание яиц. Из яйца выходит личинка, похожая на мирацидий, но имеющая церкомер — вооруженный крошечными крючочками задний конец тела. Ход жизненного цикла моногеней часто находится в непосредственной

зависимости от жизненного цикла хозяина. Представители: *Dactylogirus vastanor* — паразит молоди рыб, *Polystoma integerrinum* — взрослая моногенея обитает в мочевом пузыре лягушки, личинка — на жабрах головастиков, *Diplozoon paradoxum* — спайник парадоскальный, паразит жабр пресноводных карповых рыб.

Класс Цестоды (=Ленточные черви) - *Cestoda* (= *Cestodes*)

В настоящее время большинство специалистов принимает существование шести отрядов, из которых наиболее важными являются три. Для их обоснования используются особенности органов прикрепления и жизненных циклов.

Отряд Гвоздичники - *Saryophilidea*

Передний конец тела слегка расширен, фестончатый функционирует как головка. Тело не расчленено. Имеется единственный половой аппарат. Развитие с участием одного промежуточного хозяина. Личинки как у псевдофиллидей, но снабжены хвостовым придатком — процеркоиды живут в полости тела малощетинковых червей. Отсутствует стадия корацидия. Окончательный хозяин — рыба.

Отряд Псевдофиллидеи - *Pseudophyllidea*

Один из самых крупных отрядов. Прикрепительные образования представлены *боттриями*, иногда добавляются крупные одиночные крючья. Большинство имеет расчлененную стробилу с многократно повторяющимся половым аппаратом. Матка открывается наружу самостоятельным отверстием. Развитие с участием двух промежуточных хозяев. Личинки: *корацидий*, *процеркоид*, *плероцеркоид*. Обитают в очень широком круге позвоночных — от рыб до человека. Наибольшее значение имеют два семейства: ремнецы — *Ligulidae* и лентецы — *Diphyllobotriidae*.

Ремнецы имеют длинное лентовидное тело, не всегда поделенное на членики, содержащее многократно пов-

торяющийся половой аппарат; головка обособлена неявно выражена.. Представители: *Ligula intestinalis* — паразит рыб. В рыбах они живут в стадии крупных плероцеркоидов до 50–80 см длиной. Взрослая стадия лишь немного крупнее своих плероцеркоидов и живет в кишечнике водоплавающих птиц (чайки, цапли и др.), которые заражаются при поедании зараженной плероцеркоидами рыбы.

Лентецы имеют расчлененное тело, а на сколексе две боковые щелевидные ямки — органы прикрепления. Представители: *Diphyllobotrium latum* — лентец широкий. Паразитирует у человека и млекопитающих, питающихся рыбой. Длина паразита может быть более 9 м. Ширина проглоттид превышает их длину. Все половые отверстия открываются наружу на плоской стороне членика. По мере созревания яйца выводятся наружу с испражнениями хозяина.

Отряд Циклофиллидеи (=Цепни) - Cyclophillidea

Наиболее специализированная группа. Органы прикрепления — 4 мускулистые присоски и часто хоботок с крючьями. Матка не имеет отверстия, и наполненные яйцами членики целиком отделяются от стробилы. Развитие цепней протекает в большинстве случаев при смене двух хозяев: промежуточного и окончательного. Личиночные стадии представлены онкосферой и разными типами финн (ларвоцист). Обитают в организме наземных позвоночных - рептилий, птиц, млекопитающих.

Семейство солитеры, или цепни (*Taeniidae*) включает много опасных паразитов человека и животных.

Представители: *Hymenolepis nana* — карликовый цепень, *Taenia solium* — свиной цепень, *Taeniarhynchus saginatus* — бычий цепень, *Echinococcus granulosus* — эхинококк, *Alveococcus multilocularis* — альвеококк, *Dipylidium caninum* — собачий (тыквовидный, огуречный) цепень, *Multiceps multiceps* — мозговик.

ЗАНЯТИЕ 10

Тип Plathelminthes – Плоские черви

Класс Turbellaria – Ресничные черви, или Планарии

Подкласс Neophora – Неофоры

Отряд Tricladida – Трехветвистые планарии

Вид Молочно-белая планария -*Dendrocoelum lacteum*

Цель занятия – изучение морфофункциональных особенностей свободноживущих плоских червей на примере пресноводной трехветвистой планарии.

Оборудование: планарии в чашке Петри, постоянные микропрепараты, микроскоп, лупы, иглы, пипетки, черная бумага, мягкая кисточка.

Молочная, или белая планария (*Dendrocoelum lacteum*) достаточно часто встречается в пресных водоемах. Они населяют стоячие и текущие пресноводные водоемы, где ползают по водным растениям, камням, затонувшим предметам, перегнившим опавшим листьям. Тело белых планарий достигает 1-2 см, размеры некоторых особей достигают 4-5 см.

Планария удобный объект для изучения благодаря белой окраске тела. Для изучения и наблюдения за планарией необходимо кисточкой выловить ее из чашки Петри и поместить в воду на часовое стекло. Под стекло положить лист черной бумаги и рассматривать червя с помощью ручной лупы.

Тело планарии уплощенное в направлении от спины к брюшку тело. На передней части тела червя имеется расширение, по обеим сторонам есть небольшие выступы, на них находятся органы осязания и определители освещенности окружающей среды (рис. 26). Задняя часть называется веретено, на конце становится уже. В связи с тем, что планарии являются свободноживущими организмами, то есть ведут активный образ жизни, их тело имеет дву-

стороннюю симметрию. Ось симметрии проходит через все тело от центра передней до кончика веретенообразной задней части червя.

Планария – хищник, питается мелкими беспозвоночными. Для захвата добычи используется мускулистая глотка, которая может выдвигаться из глоточного кармана. У сытой планарии пищеварительная система отчетлива выделяется в виде темных ветвей на светлом фоне тела при малом увеличении микроскопа (рис.26). У голодной особи кишечник почти не виден.



Рис.26. Внешний вид молочно-белой планарии *Dendrocoelum lacteum* (<http://biologybook.ru>)

Ротовое отверстие у молочной планарии находится на вентральной стороне, ближе к задней части тела. Ротовое отверстие ведет в глотку, расположенную в глоточном кармане. От глотки отходят три ветви кишечника, одна из ветвей направлена к переднему концу тела, две другие – к заднему. Каждая ветвь имеет множество слепо замкнутых

ответвлений второго порядка, за счет которых увеличивается площадь переваривания пищи (рис.27).

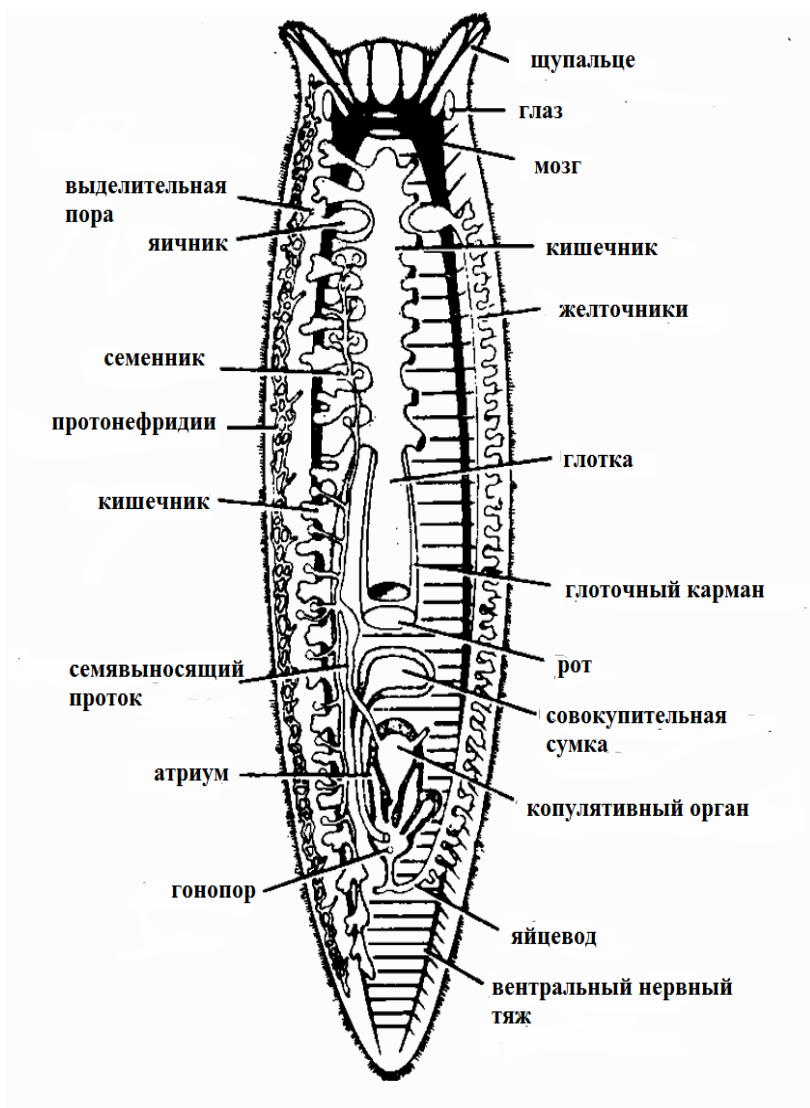


Рис.27. Строение трехветвистой молочно-белой планарии

Пищеварение – внутриклеточное и кишечнорастворимое. В связи с отсутствием анального отверстия непереваренные остатки пищи выбрасываются через ротовое отверстие.

Выделительная система, как у всех плоских, представлена протонефридами (рис. 27, 29). В связи с обитанием в пресных водоемах, протонефридии молочнопланарии развиты в гораздо большей степени, чем протонефридии морских видов. У каждой звездчатой клетки есть пучок колеблющихся ресничек. Из-за сходства колебания ресничек с колебанием пламени эти клетки называют *пламенными*. Колебание ресничек приводит в движение жидкость, которая устремляется по канальцам к поверхности тела. Канальцы по принципу клапана открываются наружу, в окружающую среду, куда благополучно выводятся вредные вещества, образовавшиеся в процессе жизнедеятельности червя.

Нервная система планарии включает два нервных узла (ганглии) и отходящих от них нервные стволы (рис. 27). Ганглии расположены в передней части тела. Нервные тяжи соединяются друг с другом нервными комиссурами.

Планария имеет два *глазка инвертированного типа*. Каждый глаз состоит из пигментного бокала, в его вогнутую часть погружены длинные зрительные клетки, на концах которых находятся светочувствительные структуры (рис. 28). Пигментный бокал расположен вогнутой частью к поверхности тела, так что свет сначала проходит через тела зрительных клеток, прежде чем попадет на световоспринимающие их участки.

В качестве дыхательной системы выступают эктодерма и мезодерма. Для поддержания жизни планариям необходим кислород, то есть черви являются аэробами. Планарии получают кислород из воды, которая попадает в них через поры внешнего кожного покрова. Кислород поглощается клетками эктодермы и перемещается в мезодерму, где

он распределяется по внутренним органам. Плоская форма тела не случайна, так как она обладает большой поверхностью. Это позволяет улучшить газообмен.

Кровеносной системы у белых планарий нет.

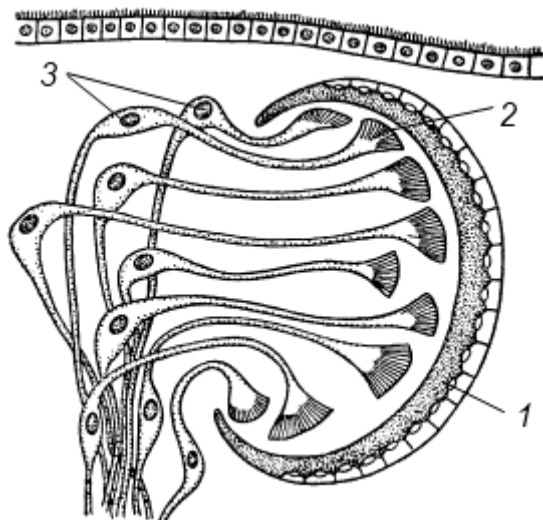


Рис. 28. Схема строения глаза турбеллярии: 1 - пигментный бокал; 2 – светочувствительная часть рецепторных клеток; 3 - тела рецепторных клеток

Планарии устроены сложнее, чем другие плоские черви, за счет трехслойного кожного покрова (рис.28). Как у всех турбеллярий, в состав ее *кожно-мышечного мешка* входят однослойный ресничный эпителий и три слоя мышц. Пространство между стенками кожно-мышечного мешка заполнено рыхлой тканью – *паренхимой*.

В эпителии находятся многочисленные железистые клетки, в частности, рабдитные клетки. Рабдитные клетки содержат палочковидные структуры – *рабдиты*. При раздражении они выбрасываются и образуют слизь, которая играет защитную функцию.

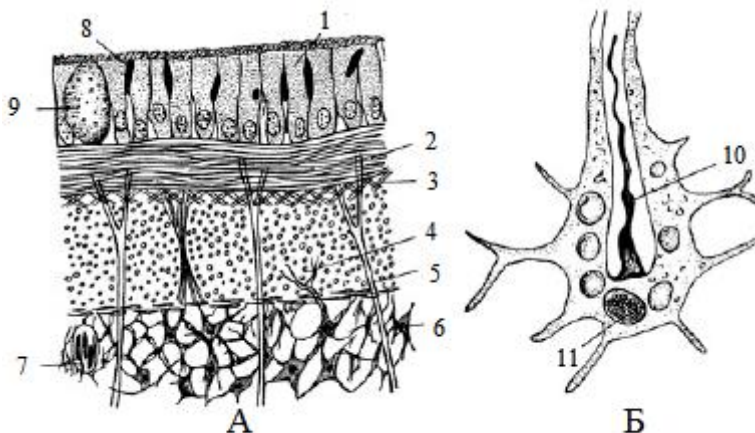


Рис.28. Строение кожно-мускульного мешка и выделительной системы планарии (<http://zoomet.ru>): А – срез тела планарии; Б – звездчатая клетка с мерцательным пламенем протонефридия: 1 - ресничный эпителий; 2 - кольцевые мышцы; 3— косые мышцы; 4 - продольные мышцы; 5 - дорсовентральные мышцы; 6 - клетки паренхимы; 7 - клетки, образующие рабдиты; 8 - рабдиты; 9 - одноклеточная железа; 10 - пучок ресничек (мерцательное пламя); 11 - ядро клетки

Кожно-мускульный мешок – образование, характерное для всех плоских червей. Снаружи располагается однослойный ресничный эпителий. Эпителий находится на базальной мембране, под которой располагается гладкая мускулатура: кольцевые, диагональные и продольные мышцы. Кроме этих, имеются пучки мышц, «протянутых» между спинной и брюшной сторонами тела: *дорсовентральные мышцы*. На препаратах поперечный срез тела проходит вдоль кольцевых мышц, поэтому волокна этого слоя вытянуты в длину. Продольные волокна мышц видны в виде точек. Диагональные, или косые мышцы, лежащие между кольцевыми и продольными мышцами, слабо развиты и почти не видны.

Функции кожно-мускульного мешка:

- защитная – в коже у планарии имеются железы, выводные протоки, которых выделяют секрет, обладающий неприятным запахом и вкусом, что помогает планарии отпугнуть хищников.

- двигательная – в мезодерме есть мышечные волокна, за счет сокращения которых создается волнообразное сокращение кожи. Благодаря этому происходит передвижение червя. Реснички также принимают активное участие в движении.

В эпителий кожно-мышечного мешка также встроены многочисленные чувствующие клетки с ресничками, выполняющие функции осязания и хеморецепции.

Молочная планария – обоеполое животное (рис. 27). Мужская половая система включает в себя два семенника, два семяпровода, семяизвергательный канал. Каждый семенник состоит из семенных мешочков с семявыносящими каналами. Семяизвергательный канал пронизывает пенис. Пенис открывается в половую клоаку.

Женская половая система представлена парными яичниками и яйцеводами. Яйцеводы окружены многочисленными желточниками. В желточниках образуются особые клетки с желтком, необходимым для развития яиц. Яйцеводы впадают во влагалище, влагалище – в половую клоаку. В половую клоаку открывается также семяприемник, в котором хранится сперма партнера. Оплодотворение яйцеклеток происходит после спаривания.

Разведения

турбеллярий в лабораторных условиях

Планарии широко используются как лабораторные животные – это модельные объекты физиологических, морфологических исследований, а также регенерации.

Планарий можно обнаружить в стоячих и текущих водоёмах, под камнями, с нижней стороны опавших в воду

листьев, под корой коряг, в пазухах листьев водных растений. Сбор трехветвистокишечных турбеллярий (планарий) обычно совершается вручную – с помощью мягкой кисти планарии снимаются с поверхности субстрата и переносятся в емкость с водой. Другим методом сбора планарий является «приманивание». Кусочки мяса нанизывают на верёвку и оставляют на течении на 15-20 минут. Черви, привлечённые запахом, сползаются на приманку. После чего остается нежно снять планарий с приманки и поместить их в чистую воду.

Содержать планарий можно в обычном аквариуме при температуре воды не более 18°C, оптимальная температура 10°C – 18°C. На дно необходимо насыпать грунт, обязательна фильтрация воды и аэрация. Планарий необходимо кормить ежедневно артемией (*Artemia*), водяными осликами (*Asellus*), кусочками свежей печени или мотылем. После каждого кормления обязательно чистить аквариум от остатков пищи и доливать чистую воду.

Отложенные коконы следует собирать, изолировать в отдельных сосудах небольшого объема. При содержании коконов в условиях оптимальной температуры (10°C – 18°C) и регулярной аэрации, можно ожидать появления молоди. В этом случае необходимо вести наблюдения за развитием и морфогенетическими изменениями растущих червей.

Задание 10

1. На живом объекте изучить особенности внешнего строения планарии. Найти передний и задний отделы тела, глаза, осязательные лопасти.

2. Нарисовать внешнее строение молочно-белой планарии, обозначить передний и задний отделы тела, брюшную и спинную стороны, глаза, ротовое отверстие, осязательные лопасти.

3. На тотальном микропрепарате изучить строение пищеварительной системы планарии, сделать зарисовки внутреннего строения.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие признаки характерны для всех животных типа Плоские черви?

2. Каково строение кожно-мускульного мешка турбеллярий?

3. На какие группы можно разделить турбеллярий по строению пищеварительной системы?

4. Каково строение выделительной системы турбеллярий? Какие функции она выполняет?

5. Есть ли различия в строении нервной системы у многоветвистых, трехветвистых и прямокишечных турбеллярий?

6. С чем связано развитие органов чувств у турбеллярий? Каковы их строение и значение?

7. Каково строение половой системы трехкишечных турбеллярий?

8. Каковы особенности развития и размножения турбеллярий?

Объясните значение терминов

Базальная мембрана, ганглии, желточники, паренхима, комиссуры, ортогон, звездчатые клетки, партеногенез, оотип, рабдиты.

ЗАНЯТИЕ 11

Тип Plathelminthes – Плоские черви

Класс Trematoda – Сосальщикообразные

Подкласс Digenea – Дигенетические сосальщикообразные (двуустки)

Отряд Fasciolida - Фасциолиды

Вид Печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*)

Ланцетовидная двуустка (*Dicrocoelium lanceatum*)

Цель занятия- изучение строения и жизненного цикла трематод на примере печеночного сосальщика и ланцетовидной двуустки.

Оборудование: микроскоп, микропрепараты плоских червей, тотальные микропрепараты с окрашенной половой системой сосальщикообразных.

Сосальщикообразные – класс паразитических плоских червей, насчитывающий около 4000 видов. Являются паразитами внутренних органов позвоночных животных.

От остальных плоских червей трематоды отличаются в первую очередь своим сложным жизненным циклом, протекающим по типу гетерогонии. В случае с сосальщикообразными происходит чередование гермафродитного и партеногенетических поколений. Половозрелые гермафродитные особи (*мариты*) паразитируют во внутренних органах позвоночных животных – этот хозяин называется *окончательным*.

В нем мариты продуцируют оплодотворенные яйца. Остальные поколения (чаще всего 2) размножаются в *промежуточных* хозяевах *партеногенетически* (без оплодотворения). У большинства трематод первым промежуточным хозяином выступает моллюск, вторым различные беспозвоночные или позвоночные животные. В жизненном

цикле большинства представителей обязательно присутствует свободноживущая стадия.

Взрослые двуустки всегда характеризуются наличием двух присосок – ротовой и брюшной. Размеры обычно колеблются от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров (рис.29). Присоски чашевидной формы, образованы выпячиванием покровов и мускулатуры. На дне передней присоски лежит ротовое отверстие, а дно второй сплошное, оно не имеет связи с внутренними органами. Мускулатура у присосок сложная – мышечные волокна направлены *кольцеобразно* вокруг полости присоски и *дугобразно* от дна к свободному краю. Сокращение первой группы волокон углубляет полость присоски, а сокращение второй уплощает ее, т.е полость при этом сильно уменьшается (рис.29, А, Б).

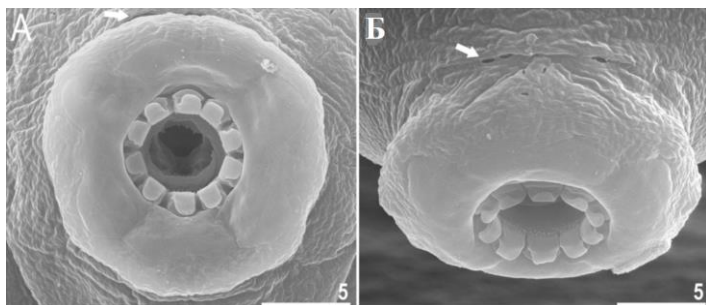


Рис.29. Электронно-микроскопическое изображение присосок у печёночной двуустки *Fasciola hepatica* (стрелой отмечены мускульные волокна присоски): А – кольцевая мускулатура; Б - дугобразная мускулатура ([https:// cleaningz.ru](https://cleaningz.ru))

Марита *Fasciola hepatica* имеет крупное, около 5 см длиной уплощенное тело (рис. 30, А). Оно отчетливо подразделяется на два участка. Передняя его часть до брюшной присоски относительно узкая. На уровне брюшной присоски тело резко расширяется и достигает максимальной

ширины в области яичника, а затем постепенно снова сужается по направлению к заднему концу.

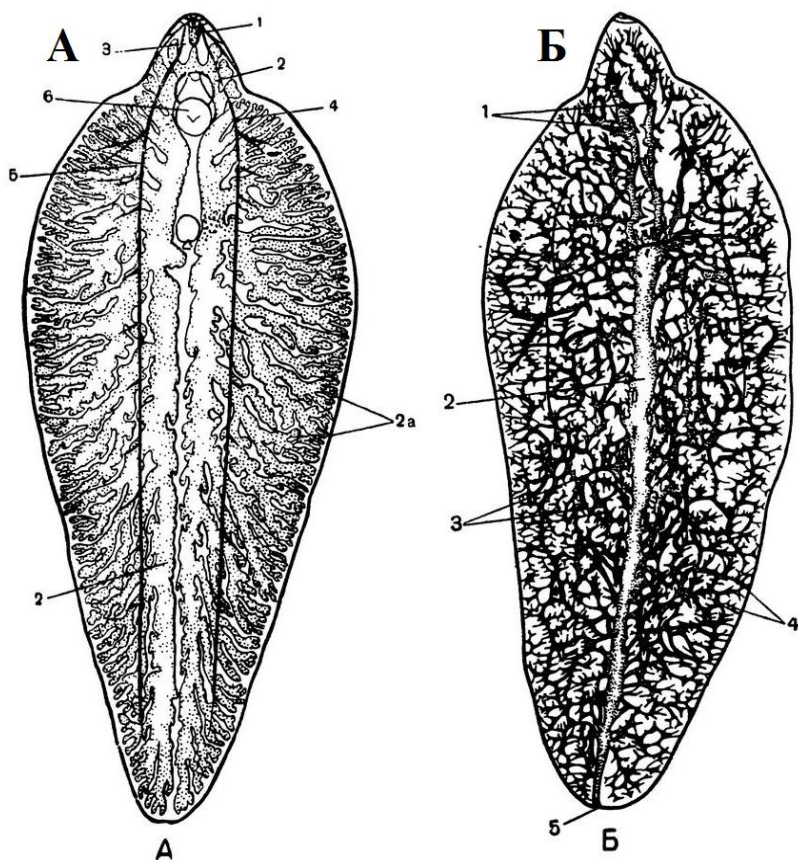


Рис. 30. Строение печёночной двуустки *Fasciola hepatica*: А — **пищеварительная и нервная системы**: 1 — глотка; 2 — продольные ветви кишечника, дающие многочисленные боковые ответвления (2а); 3 — окологлоточный нервный узел; 4 и 5 — продольные нервные стволы; 6 — брюшная присоска. Б — **выделительная система**: 1 — передние каналы; 2 — главный ствол выделительной системы; 3 — боковые каналы; 4 — тончайшие выделительные каналцы; 5 — выводное отверстие (система органов размножения не изображена)

Двуветвистый кишечник сильно разветвлен, также разветвлены и половые железы, которые в совокупности образуют по бокам тела темный рисунок. Короткая разветвленная матка находится под брюшной присоской (рис.32).

Ланцетовидная двуустка (*Dicrocoelium dendriticum*) – это паразит желчных протоков печени домашних травоядных (овец, коз, крупного рогатого скота, верблюдов) и ряда диких животных (зайца, бобра, нутрии, сусликов, медведей и др.). У человека встречается очень редко. Первым промежуточным хозяином ланцетовидной двуустки являются многие наземные моллюски, а вторым - муравьи.

Марита *Dicrocoelium dendriticum*(=*lanceatum*) имеет уплощенное, ланцетовидное тело, длина которого 7–10 мм при ширине 1–1,5 мм (рис. 31). На переднем конце расположена крупная чашевидная ротовая присоска, несколько смещенная на брюшную сторону тела. В центре ее находится ротовое отверстие. Вторая, брюшная присоска лежит медиально на брюшной стороне тела и отличается большими размерами и сильно развитым мускульным валиком.

Позади присосок располагается сильно извитая матка (рис.31).

Мариты *Fasciola hepatica* питаются кишечным содержимым, в частности плотными тканями и кровью хозяина. Пищеварительная система начинается ротовым отверстием, залегающим на дне ротовой присоски (рис.30, А). Оно ведет в мускулистую шаровидную или овальную глотку, которая продолжается в очень короткий пищевод. Пищевод дает начало двум ветвям кишечника, которые огибают дистальные участки органов половой системы и брюшную присоску. Затем они снова сближаются и тянутся до самого заднего конца тела параллельно друг другу. От каждой ветви на всем протяжении в латеральном направлении отходят многочисленные, многократно ветвящиеся боковые отростки, *дивертикулы*, достигающие краев тела.

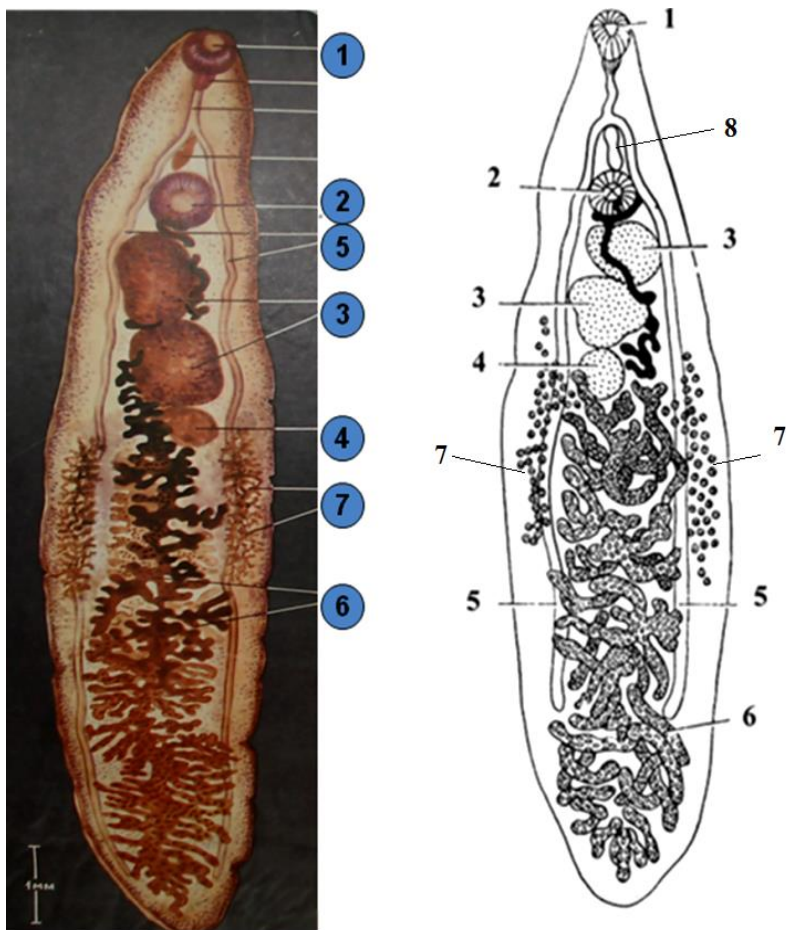


Рис. 31. Организация ланцетовидной двуустки *Dicrocoelium dendriticum*(=*lanceatum*) (<http://biologybook.ru>): 1- ротовая присоска; 2- брюшная присоска; 3- семенники; 4- яичник; 5- средняя кишка; 6- матка; 7- желточники; 8- совокупительный орган

Кишечник у трематод формируется в онтогенезе из энтодермального зародышевого листка, как и у других животных. Но форма, в зависимости от систематической принадлежности изменяется. Например, у ланцетовидной двуустки кишечник(средняя кишка), в форме двух ветвей тянется по бокам тела заканчивается слепо.

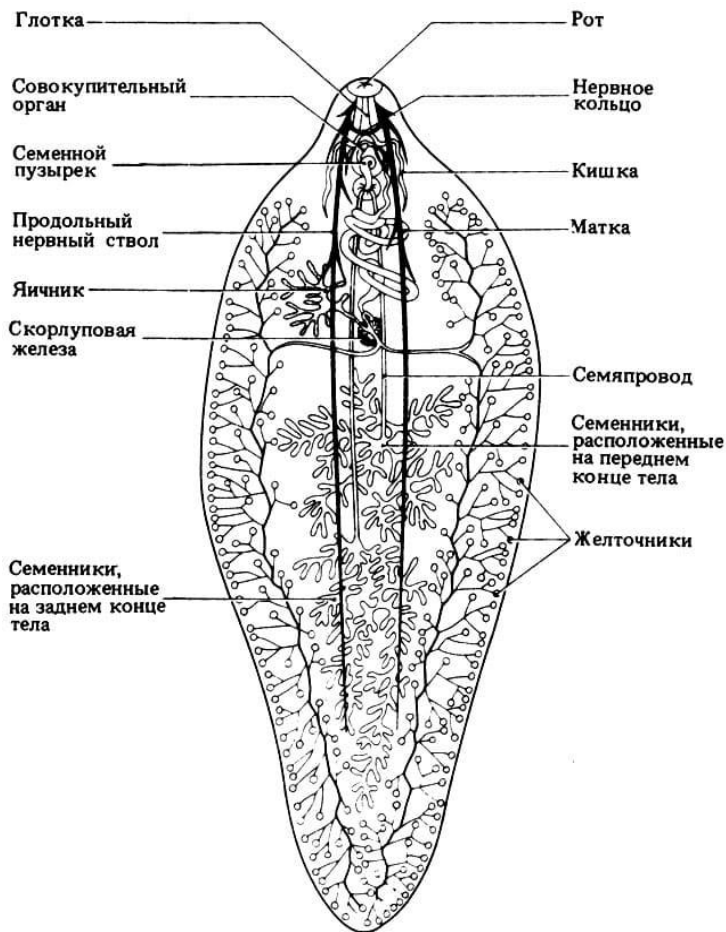


Рис. 32. Организация печёночной двуустки *Fasciola hepatica* - половая система мариты

У печёночной двуустки два ствола средней кишки от медиальной линии дают многочисленные боковые, также слепые, веточки – веточки достигают боковых краев тела (рис.30, А).

Сильное ветвление кишечника имеет адаптивное значение. При отсутствии транспортной системы доставка продуктов пищеварения к внутренним органам у крупных форм затруднена. Это компенсируется разветвленностью кишечника.

Гермафродитная половая система *Fasciola hepatica* имеет следующее строение. Два семенника занимают значительную часть объема заднего отдела тела зрелой мари-ты, они расположены один за другим и очень сильно разветвлены (рис. 32). От семенников отходят тонкие семяпроводы, соединяются и общим протоком впадают в сумку цирруса, которая располагается между присосками. Внутри сумки бывает хорошо заметен семенной пузырек. Мужское половое отверстие локализуется перед брюшной присоской. Основные органы женской половой системы, за исключением желточников, занимают в основном переднюю четверть тела.

Я и ч н и к небольших размеров располагается впереди от первого семенника. Длинный яйцевод открывается в медиально расположенный о о т и п.

В яйцевод перед оотипом впадает общий желточный проток. Сами желточники представлены многочисленными фолликулами, собранными в рыхлые, гроздевидные комплексы. Фолликулы открываются в продольные протоки. Ж е л т о ч н и к и тянутся от уровня брюшной присоски назад двумя широкими латеральными полосами, которые в задней четверти тела объединяются в единое желточное поле.

У ланцетовидной двуустки *Dicrocoelium dendriticum*(=*lanceatum*) Значительную часть объема тела занимают органы гермафродитной половой системы (рис.31).

Сразу за брюшной присоской располагаются два крупных лопастных семенника. Чаще всего они лежат наискось по отношению к средней линии тела. От них вперед направляются очень тонкие семяпроводы, сливающиеся в короткий непарный проток, который впадает в совокупительный орган — *сумку цирруса*. Сумка цирруса имеет грушевидную форму.

При использовании большого увеличения микроскопа в сумке цирруса можно рассмотреть извитой семенной пузырек, заполненный семенной жидкостью.

Яичник локализуется позади семенников и имеет вид небольшого округлого образования. Рядом с ним бывает заметен округлый или неправильной формы *семяприемник*. Яйцевод, оотип и протоки желточников на тотальных препаратах видны плохо. Сами желточники располагаются по бокам в средней части тела, параллельно ветвям кишечника. Они представлены перистыми образованиями.

М а т к а занимает почти всю заднюю половину тела. На всем протяжении она образует многочисленные поперечно расположенные узкие петли. Отверстие матки располагается рядом с отверстием сумки цирруса. Матка заполнена яйцами (рис. 33, А).

Выделительная система представлена разбросанными по всему телу многочисленными протонефридиальными клетками (рис.30, Б). На препарате звездчатые терминальные клетки протонефридий не видны.

От концевой клетки в просвет замыкаемого ею канала свешивается пучок длинных ресничек, которые постоянным колебательным движением напоминают колебание пламени свечи, за что терминальные клетки получили еще название *клеток с мерцательным пламенем*. Своим движением реснички создают, по-видимому, несколько пониженное атмосферное давление, вызывающее приток в каналы выделительной системы воды с растворенными

в ней экскретами, конечными продуктами химического разложения органических соединений (белков, жиров и углеводов). От клеток отходят мельчайшие каналы. Соединяясь между собой, они образуют каналы большего диаметра, затем, сливаясь, формируют хорошо заметные на препарате основные каналы. Содержимое каналов изливается в один центральный непарный ствол (рис.30, Б).



Рис.33. Яйца различных трематод: А – печёночной двуустки; Б - ланцетовидной двуустки (<https://da02.infourok.ru>)

Непарный ствол выделительной системы располагается ближе к спинной стороне между ветвями кишечника вдоль тела, заканчивается выделительной порой на заднем конце тела.

Яйца трематод имеют сложное строение. В их состав входит о о ц и т (оплодотворенная яйцеклетка) и группа желточных клеток (рис. 33, А, Б).

В цитоплазме заключены запасы гликогена и множество скорлуповых гранул. За счет последних формируется белковая оболочка, которая и окружает весь этот клеточный комплекс. У зрелых яиц на одном из концов есть крышечка.

Яйцо печеночного сосальщика (*Fasciola hepatica*) овальной формы, достигает 0,15 мм в длину, покрыто толстой оболочкой (рис.33, А). Оболочка двухконтурная, коричневатого цвета, утолщенная на одном из полюсов. На противоположном полюсе видна маленькая крышечка, имеющая зазубренные края. Цвет яйца желтый.

Яйца ланцетовидного сосальщика (*Dicrocoelium dendriticum*) значительно меньше, чем у фасциолы (рис. 33, Б). Их цвет от светло-коричневого до темно-коричневого. Яйцо имеет асимметричную форму; дорсальная сторона несколько выпуклая по сравнению с вентральной, которая слегка уплощена.

В связи с паразитизмом у трематод отсутствует ресничный покров. Взамен их тело покрыто т е г у м е н т о м – эпителием погруженного типа с цитоплазматическим слоем (рис.34).

Наружняя часть тегумента представлена слоем безъядерной цитоплазмы, содержащей многочисленные митохондрии, вакуоли и кутикулярные шипики (рис.34, 9). Снизу наружный слой тегумента подстилает *базальная мембрана*, пронизанная цитоплазматическими тяжами, соединяющими наружную часть тегумента с внутренней. Под ба-

зальной мембраной, как и у турбеллярий, в межклеточной парехиме располагаются слои кольцевой, косой и продольной мускулатуры.

На продольном срезе тотального микропрепарата сосальщика в области глотки при малом увеличении можно изучить данные части покрова.

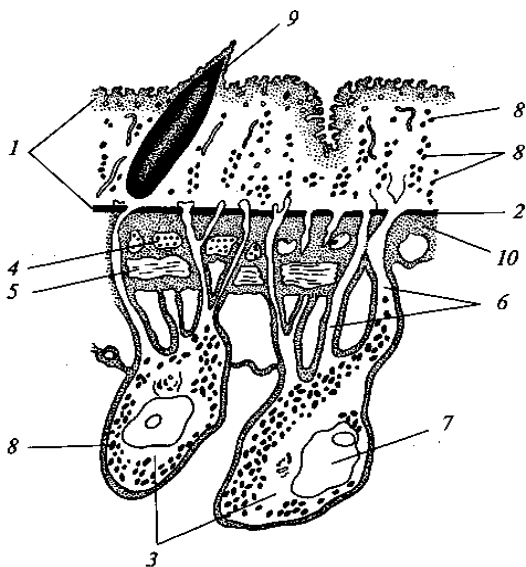


Рис. 34. Схема строения покровов печеночного сосальщика: 1- наружная часть тегумента; 2- базальная мембрана; 3- погруженная часть тегумента; 4- кольцевые мышцы; 5- продольные мышцы; 6- цитоплазматические тяжи, соединяющие наружную и погруженную части тегумента; 7- ядро; 8- митохондрии; 9- кутикулярный шипик; 10- межклеточное вещество

Жизненный цикл дигенетических сосальщиков сложный и обычно происходит с участием как минимум одного промежуточного хозяина. Половозрелые сосальщики откладывают сотни тысяч яиц, которые рано или поздно попадают из зараженного животного в пресный водоем или

на его берег. Там из них сразу же (в воде) или после проглатывания промежуточным хозяином (на суше) выплывает ресничная личинка – *мирацидий*.

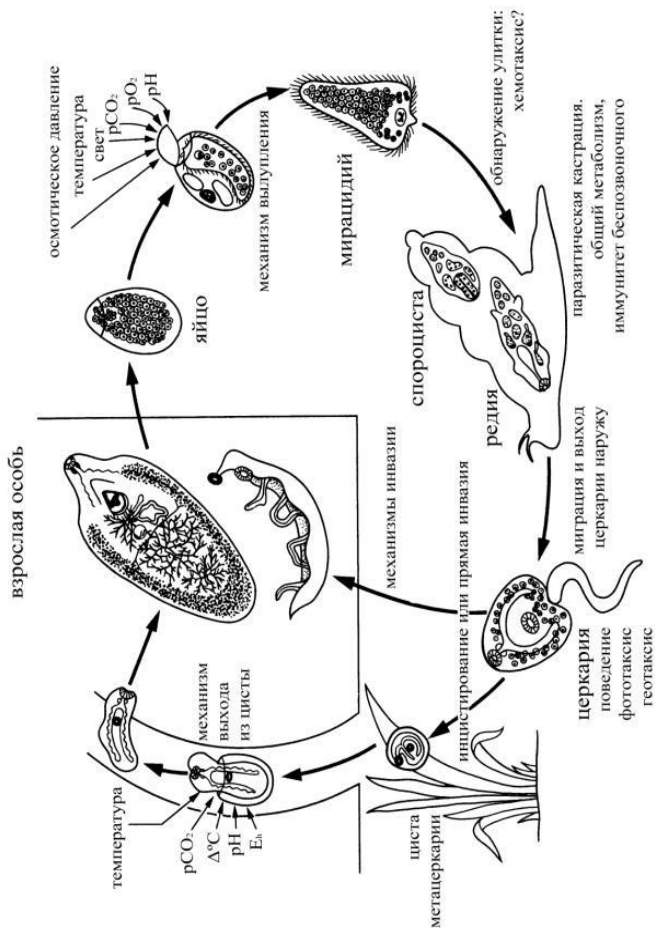


Рис. 35. Жизненный цикл печеночного сосальщика (*Fasciola hepatica*): 1 – половозрелый сосальщик в печени животного, 2 – яйцо, вынесенное наружу с испражнениями, 3 – выход мирацидия, 4 – спороциста, 5 – редия из тела прудовика, 6 – церкария, 7, 7а – адолескарий, I, II, III – развитие сосальщика в теле прудовика.

Промежуточными хозяевами сосальщиков обычно служат пресноводные улитки, двустворки или рачки. В их теле сосальщик развивается до следующих личиночных стадий – *спороцисты*, *редии* и *церкарии*. Затем, отбросив хвостовой придаток, церкария инцистируется и превращается в адоlescарию, способную заразить окончательного хозяина (рис. 35).

Задание 11

1. Рассмотрите под биноклем внешний вид марит *Fasciola hepatica* и *Dicrocoelium dendriticum*. Зарисуйте внешний вид мариты и сделайте следующие обозначения: передний и задний концы тела; присоски: ротовая и брюшная; матка; боковые ветви кишечника.

2. Зарисуйте половую систему *Fasciola hepatica*. Все элементы мужской половой системы следует изображать фиолетовым цветом, а элементы женской половой системы — оранжевым. Сделайте следующие обозначения: матка; яичник; семяприемник; оотип; желточники; общий желточный проток; продольные протоки желточников; сумку цирруса с семенным пузырьком; семенники.

3. Рассмотрите на микропрепаратах строение яиц *Fasciola hepatica* и *Dicrocoelium dendriticum*. Сделайте следующие обозначения: на схеме строения яйца – скорлупа; крышечка; желточные клетки; оплодотворенная яйцеклетка. *Fasciola hepatica* и *Dicrocoelium dendriticum* — скорлупа и крышечка.

Вопросы для самоконтроля

1. Общая характеристика плоских червей. Черты организации, появившиеся впервые в эволюции.

2. Пищеварительная система у представителей класса Trematoda.

3. Выделительная система у трематод.

4. Особенности жизненного цикла трематод. Чередование поколений. Жизненные формы в ряду поколений.
5. Каково строение покровов трематод?
6. Какое значение имело появление мезодермы у плоских червей?
7. Какие системы органов находятся в кожно-мускульном мешке? Каково их связь с внешней средой?
8. Каким типом строения нервной системы обладают трематоды? Каковы их органы чувств?
9. Каково строение половой системы трематод?
10. Как питаются партеногенетическое поколение и церкарии трематод?
11. Какие виды трематод патогенны для человека?
12. Что такое анаэробное дыхание? Как оно осуществляется? Для каких червей характерно?
13. Какие особенности в строении личинок сосальщиков указывают на происхождение сосальщиков от турбеллярий?

Объясните значение терминов

Мезодерма, базальная мембрана, кожно-мускульный мешок, погруженный эпителий, тегумент, рабдиты, паренхима, атроциты (амебоциты), передняя кишка, средняя кишка, нервная система типа ортогон, мозговой ганглий, коннективы, комиссуры, олигомеризация, протонефридии, звездчатые клетки, мерцательное пламя, яичники, сетевидная железа, скорлуповые железы, желточники, семяприемник, матка, оотип, семенник, семяпровод, лауреров канал, влагалище, половая клоака, копулятивная сумка, семяизвергательный канал, семявыносящие каналы, яйцеводы, сложное яйцо, закон большого числа яиц, редия, церкарий, адолескарий, марита, мирацидий, спороциста, партеногенез, окончательный и промежуточный хозяин, сенсиллы, инвертированные глаза, гетерогония.

ЗАНЯТИЕ 12

Тип Plathelminthes – Плоские черви

Класс Cestoda – Цестоды, или Ленточные черви

Отряд Cyclophyllidea – Циклофиллидеи

Виды Бычий(невооруженный) цепень

(*Taeniarhynchus saginatus*)

Свиной (вооруженный) цепень (*Taenia solium*)

Отряд Pseudophyllidea – Псевдофиллидеи

Вид Широкий лентец (*Diphyllobothrium latum*)

Цель занятия – изучение морфофункциональных особенностей представителей класса Cestoda, ознакомление с видовым разнообразием и жизненными циклами представителей.

Оборудование: микроскоп, лупы, тубусы с фрагментами червя, тотальные микропрепараты с окрашенной половой системой ленточного червя.

Ленточные черви – специализированные эндопаразиты, развивающиеся со сменой хозяев. Их окончательными хозяевами являются позвоночные животные, а промежуточными могут быть как беспозвоночные, так и позвоночные животные. Взрослые стадии обитают в кишечнике окончательного хозяина, а личиночные фазы развиваются в тканях внутренних органов промежуточных хозяев.

Всего известно более 3 тыс. видов цестод, среди которых немало опасных паразитов человека и домашних животных. Характерной особенностью ленточных червей является вытянутое тело (от нескольких миллиметров до 10 метров), состоящее из члеников. У некоторых видов тело не расчленено.

Тело начинается головкой или с к о б л е к с о м, несущим органы прикрепления – присоски, крючки, хоботки, ботрии (рис.36). За сколексом идет шейка, на конце кото-

рой находится зона роста, ответственная за продуцирование новых члеников. Членик ленточного червя носит название – п р о г л о т т и д а, комплекс проглоттид образующих тело называется с т р ó б и л о й.

Тело червей покрыто т е г у м е н т о м, состоящим из наружного цитоплазматического слоя клеток, которые имеют вытянутую форму, благодаря которой ядра находятся в погружённом слое. Наружный слой тегумента подстилает мембрана, под которой располагаются *кольцевые* и *продольные* мышцы. Как и у других плоских червей, у ленточных имеются пучки *дорсовентральных мышц*.

Другой особенностью лентецов является отсутствие пищеварительной системы на всех стадиях жизненного цикла. Подобное явление связано с приспособлением к паразитизму, переход к которому произошел раньше, чем у сосальщиков, в связи с чем у последних пищеварительная система имеется.

Лентецы живут в просвете кишечника, где пищевая масса находится в доступном, переваренном состоянии. Всасывание пищи идет всей поверхностью тела, для этого тегумент снабжен многочисленными выростами – м и к р о т р и х и я м и. Помимо ворсинок участвующих в сорбции пищевых веществ (трофических микротрихий), имеются ворсинки с заостренными зубчиками – *прикрепительные микротрихии*.

Нервная система типа о р т о г о н. В сколексе имеется парный ганглий, от которого отходит несколько пар нервных тяжей. Наиболее развиты два боковых ствола. В коже червей располагаются осязательные и рецепторные клетки.

Половая система червей гермафродитная и повторяется в каждом членике. У видов с нерасчлененным телом может быть одиночный половой аппарат или метамерный ряд половых аппаратов. У цестод небольших размеров оп-

лодотворение перекрёстное. Крупные формы (солитеры) встречаются в кишечнике хозяина поодиночке, что делает перекрёстное оплодотворение невозможным. При половом размножении у них происходит копуляция разных членков одной особи. Самооплодотворение в пределах одного членка очень редко.

Плодовитость цестод чрезвычайно велика, например, бычий солитёр в год продуцирует около 600 млн. яиц, а за всю жизнь (18—20 лет) он может производить около 11 млрд. яиц. Наряду с отсутствием пищеварительной системы, другим приспособлением к паразитизму является высокая плодовитость. Лентец способен за год отложить до 600 млн. яиц. Развитие с одним или двумя промежуточными хозяевами.

Более древние (архаичные) формы сохранили свободноживущую стадию и связь с водой. Такие формы имеют двух промежуточных хозяев (отряд *Pseudophyllidea*). При этом более специализированные формы (отряд *Cyclophyllidea*) утратили связь с водой, лишились свободноживущей стадии, они имеют одного промежуточного хозяина.

Как и другие представители класса ленточных червей, **бычий солитер - *Taeniarrhynchus saginatus*** имеет плоское лентовидное тело, длина которого может достигать 7-11 м (средние размеры половозрелой особи – от 3,5 до 5 м). Основная часть туловища гельминта называется с т р о б и л а и состоит из небольших членков (проглоттид) молочного или бежевого цвета, число которых у зрелой особи может достигать до 800 и более (рис.37).

Округлая головка - с к о л е к с имеет маленькие размеры (1–2 мм), четыре присоски. Крючков, как у свиного цепня, нет, поэтому бычьего цепня называют ещё невооружённым.

Зоной роста бычьего цепня является ш е й к а: она имеет небольшие размеры и расположена сразу за головкой.

Шейка – зона роста гельминта, постоянно формирует новые, отпочковывающиеся, но не отделяющиеся от стробиллов членики.

Задняя часть стробиллы выполняет функцию размножения. Она состоит из огромного количества члеников или проглоти д. Количество члеников у взрослых особей может насчитывать до 1000. Зрелые проглоти ды вместе с яйцами отрываются и выводятся в окружающую среду вместе с калом зараженного человека или животного.

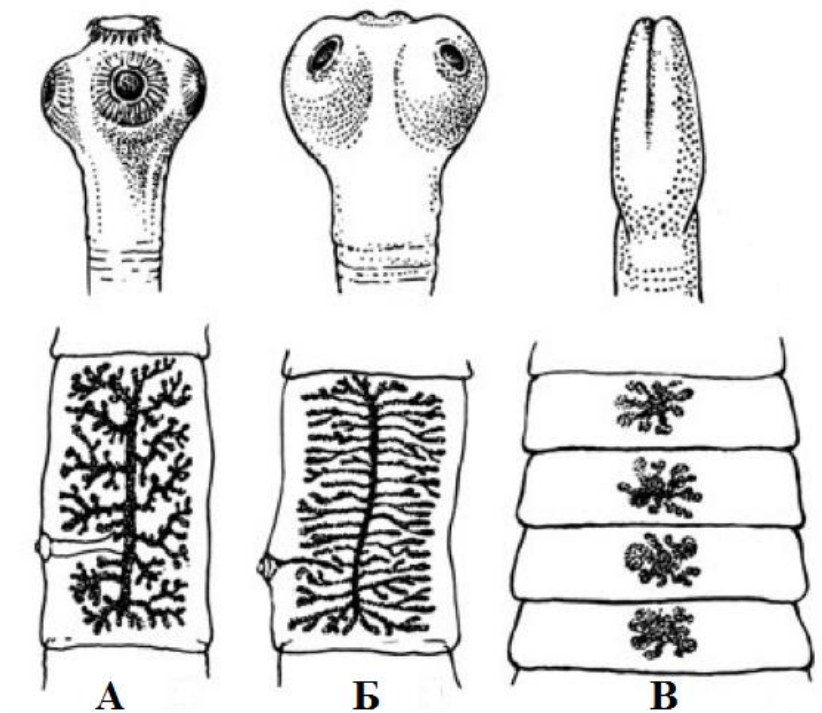


Рис.36. Формы сколексов и зрелые проглоти ды у изучаемых видов ленточных червей (из Group De-Kaufen 1901-2007)^ А – свиной солитер (*Taenia solium*) головка с крючьями и присосками; Б – бычий солитер (*Taeniarrhynchus saginatus*) головка с присосками; В – широкий лентец (*Diphyllobothrium latum*) головка с щелевидными присосками - ботриями



Рис.37. Бычий солитер, *Taeniarhynchus saginatus* в пробирке

По внешнему виду свиной солитер, или цепень вооруженный (на сколексе помимо присосок имеются также крючья) (рис.36, А) – *Taenia solium* сходен с бычьим солитером, но по длине тела и общему числу проглоттид несколько уступает последнему. Длина тела свиного солитера, *Taenia solium* от 1,5 до 8 м (чаще всего 2-3 м). При этом диаметр головки 1мм, длина 2-3 мм, а стробила состоит из 1 тыс. члеников

Сколекс **широкого лентеца, *Diphyllobothrium latum*** снабжен ботриями, на нем нет крючьев, поэтому также называется невооруженным. Головная часть паразита обладает незначительными размерами – ее длина составляет 1 мм, а ширина – 3-5 мм. Тело может достигать внушительных размеров, находясь в тонком кишечнике паразит способен вырасти в длину до 15-17 м, при этом стробила состоит из множества члеников – до 4000 (рис.38).



Рис.38. Широкий лентец, *Diphyllobothrium latum* с явно выраженной головкой (<https://zoomet.ru>)

Мужская половая система бычьего солитера представлена многочисленными темными округлыми пузырькообразными семенниками. Они разбросаны в паренхиме членика. Канальцы, идущие от семенников, обычно на микропрепарате не просматриваются. Заметен лишь общий семяпровод, идущий к одному из боковых граней членика. Дистальный (антоним: проксимальный – дальний, т.е. верхний) конец семяпровода переходит в *семяизвергательный канал* и пронизывает совокупительный орган – *циррус*. Он находится в сумке цирруса и связан с половой клоакой (рис. 39).

Женская половая система представлена крупным двухлопастным яичником, лежащим в задней части членика. На микропрепарате он просматривается в виде темноокращенных овальных образований. У границы заднего края чл-

еника, рядом с поперечным выделительным каналом, находится желточник треугольной формы.

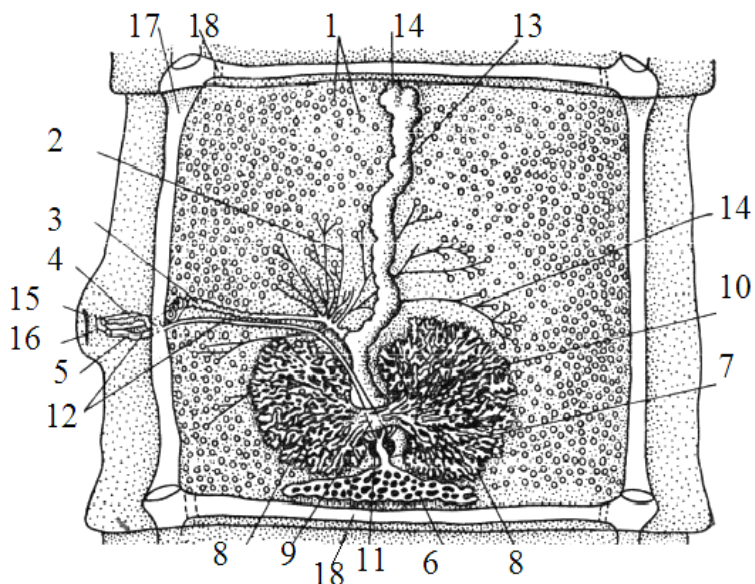


Рис. 39. Гермафродитный членик бычьего солитера *Taeniarhynchus saginatus*: 1 – семенники; 2 – семявыносящие протоки; 3 – семяпровод; 4 – семяизвергательный канал; 5 – цирrusовый мешок; 6 – желточник; 7 – желточный проток; 8 – яичник; 9 – яйцевод; 10 – оотип; 11 – тельце Мелиса; 12 – вагина; 13 – матка; 14 – слепой конец матки; 15 – половая клоака; 16 – общее отверстие мужской и женской половых систем; 17 – продольные каналы выделительной системы; 18 – поперечные анастомозы выделительной системы

О о т и п на препарате не заметен. С оотипом соединяется яйцевод. Оотип окружен мелкими железками – это т е л ь ц е М е л и с а у сосальщиков. Затем яйцевод переходит во влагалище, которое образует местное расширение – с е м я п р и е м н и к, далее, яйцевод открывается в половую клоаку. От оотипа начинается м а т к а, которая пред-

ставлена слепозамкнутой на конце трубкой, лежащей в паренхиме (рис 39).

Выделительная система цестод протонефридиального типа начинается с разбросанных по всему телу многочисленных клеток с мерцательным эпителием. От них берут начало мелкие каналы, которые, соединяясь между собой, образуют мощные каналы выделительной системы, проходящие по краям членика.

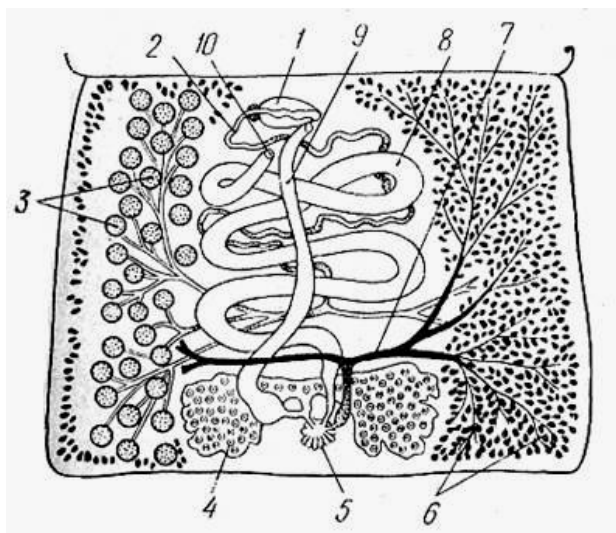


Рис. 40. Строение незрелого членика широкого лентеца (*Diphylobothrium latum*): 1 – совокупительный орган, 2 – семяпровод, 3 – семенник, 4 – яичник, 5 – оотип, 6 – желточники, 7 – желточный проток, 8 – матка, 9 – влагалище, 10 – отверстие матки

Одна пара каналов, расположенная на краю гермафродитного членика, хорошо заметна на изучаемом объекте, просматривается также поперечная перемычка – *выделительный канал*, связывающий боковые (рис.39). По расположению поперечного канала отличают передний конец членика от заднего. Он расположен у заднего края членика. На рисунке 41 (а,б) представлены схематические данные,

характеризующие половые признаки солитеров и лентецов. По этим признакам можно определить в какой части стробилы находятся зрелые членики изучаемых цестод.

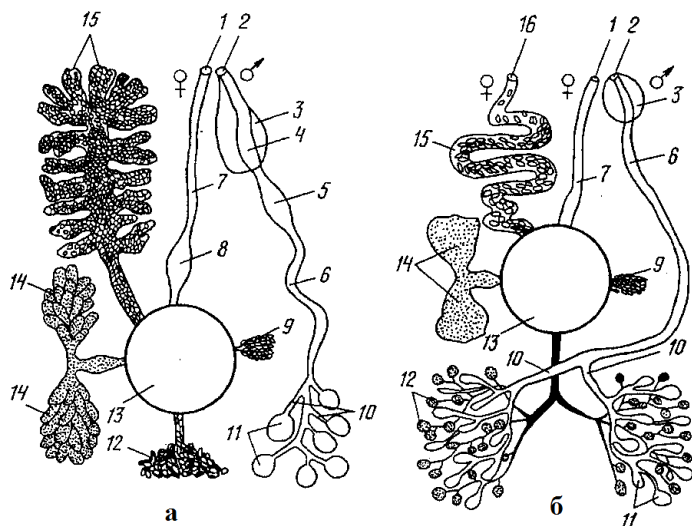


Рис. 41. Схема строения полового аппарата солитеров (а) и лентецов (б): **а** : 1- семенники; 2- семяпровод; 3- совокупительный орган; 4- желточник; 5- яичник; 6- тельце Мелиса; 7- оотип; 8- матка; 9- влагалище; 10- семявыносящий проток; 11- внутренний семенной пузырь; 12- наружный семенной пузырь; **б**: 1- семенники; 2- семяпровод; 3- совокупительный орган; 4- яичник; 5- желточники; 6- желточный проток; 7- тельце Мелиса; 8- оотип; 9- влагалище; 10- матка

Зрелые членики ленточных червей находятся на конце стробилы (у бычьего солитера с 200-го членика). В зрелом членике свиного солитера боковых ответвлений в матке насчитывается от 7 до 12 (рис.36, А). У широкого лентеца она звездообразная (рис. 36, В), а у бычьего солитера матка в зрелом членике вытянута в длину и снабжена боковыми ответвлениями от 17 до 35 с каждой стороны (рис.36, Б). Центральный ствол, боковые ответвления разросшейся матки зрелых члеников цестод заполнены яйца-

ми. Яйца бычьего солитера проявляют повышенную устойчивость во внешней среде. При температуре окружающей среды 10 — 30⁰ С они сохраняют жизнеспособность до 150 суток в траве, до 70 суток в жидком навозе, до 33 суток в воде.



Рис.42. Яйцо и онкосфера бычьего солитера: онкосфера окружена толстой радиально исчерченной коричневого цвета оболочкой – *эмбриофором* (<https://da02.infourok.ru>)

Яйца *Thaeniarrhynchus saginatus* имеют округлую форму (рис. 42). Лишены яйцевой скорлупки, сверху покрыты защитным *эмбриофором*— плотная оболочка, надежно предохраняющая находящуюся внутри онкосферу от действия неблагоприятных факторов. Эмбриофор имеет по периферии радиальную исчерченность. Под оболочкой на некоторых препаратах хорошо просматриваются крючья онкосферы (всего 6). Цвет яиц светло-серый (рис.42).

Личинка свиного солитера (рис.43) называется *финной*, или финкой (тип цистоцерки). Финна начинает формироваться в организме промежуточного хозяина – свиньи, проглотившей яйцо гельминта с зародышевой личинкой онкосферой (рис.43, А, Б). Вышедшая из скорлуповых и зародышевых оболочек яйца онкосфера с помощью

крючьев внедряется в стенку кишки хозяина и проникает в сосуды кровеносной системы.

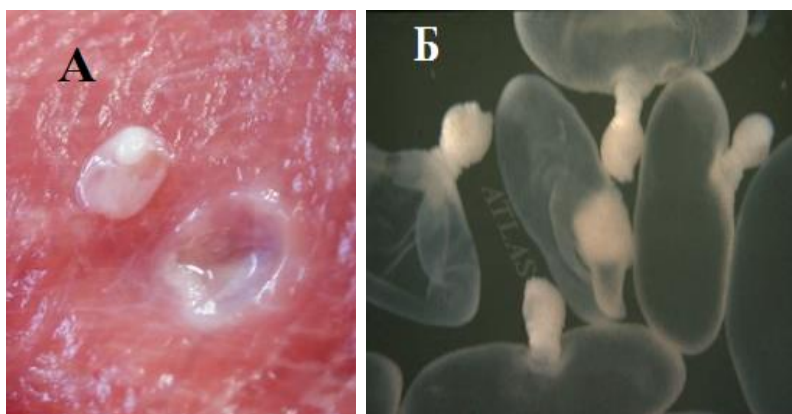


Рис. 43. Развитие финны свиного солитера *Taenia solium*: А- цистотерки в мышце промежуточного хозяина свиньи; Б – выход онкосферы в теле основного хозяина (<https://da02.infourok.ru>)

Еще до отделения зрелых проглоттид от стробилы, яйца, в них находящиеся, развиваются в ш е с т и к р ю ч н о г о з а р о д ы ш а, или о н к о с ф е р у.

Зародыш имеет шаровидную форму (0,03 мм), снабжен 6 кутикулярными крючьями и защищен, кроме скорлупы яйца, зародышевой оболочкой. С током крови онкосфера движется и может остановиться в полости тела, в соединительной ткани, мускулатуре, печени, легких и т.д. В месте локализации личинка питается, растет, увеличивается в размерах и превращается в пузырьчатую стадию – *финну* (рис.43, А). Финна беловатого цвета, величиной с маленькую горошину. Зрелая личинка ввернутая вовнутрь пузырьчатого тела. Сколекс имеет 4 присоски и небольшой участок ювенальной (личиночной) стробилы. При попадании к дефинитивному хозяину – человеку в его кишечнике финна разовьется во взрослого гельминта (рис.44).

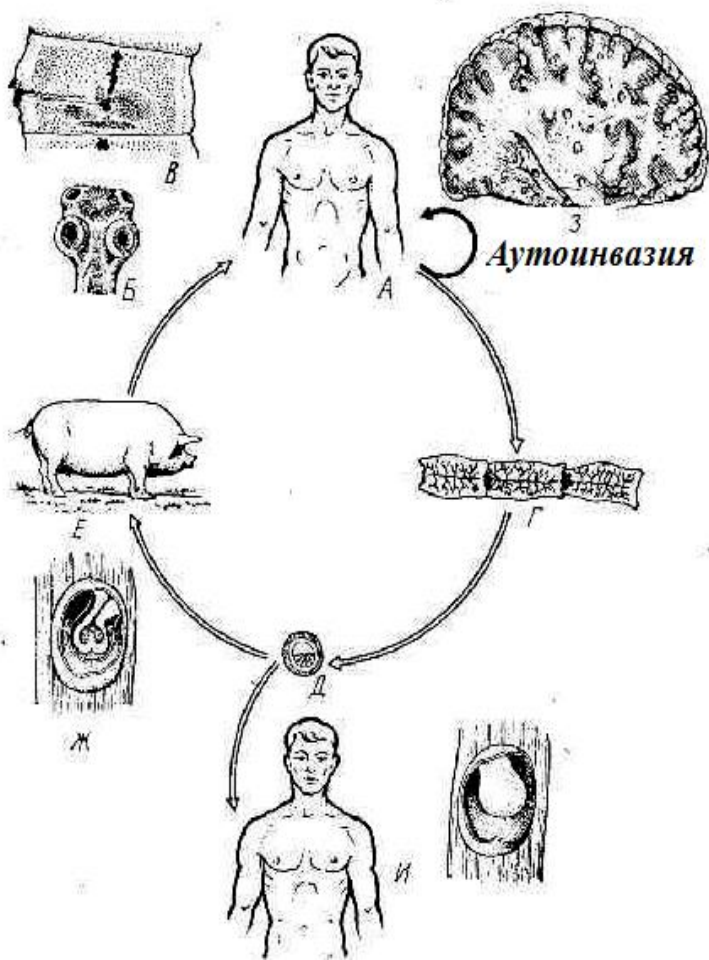


Рис. 44. Жизненный цикл *Taenia solium*: А- дефинитивный (окончательно определенный) хозяин – человек; Б- сколекс; В- гермафродитный членик; Г- перзрелые членики; Д- яйцо; Е- промежуточный хозяин; Ж- цистицерк в мясе свиньи; З- цистицеркоз мозга при аутоинвазии человека; И- человек в роли факультативного промежуточного хозяина

Задание 12

1. Рассмотрите микропрепараты сколексов бычьего, свиного солитеров и широкого лентеца. Изучите форму и размеры присосок. Изучите строение присосок, крючьев и щелевидных присосок –ботридий.

2. Заполните таблицу 6.

Таблица 6.

Черты сходства и различия в строении и физиологии

Элементы сравнения	В и д ы ц е с т о д			
	Бычий солитер	Свиной солитер	Эхинококк	Широкий лентец
Максимальная длина тела				
Органы прикрепления				
Количество члеников в стробиле				
Основной хозяин				
Промежуточный хозяин				
Типы финны				
Количество яиц в зрелом проглотиде				
Форма матки в зрелом членике				
Пути заражения				

3. В гермафродитных члениках ленточных червей изучите строение женской половой системы: двулопастной яичник, яйцевод, желточник и его проток, оотип, тельце Мелиса, влагалище, матку со слепыми выростами, а также строение мужской половой системы: семенники, семявыносящие протоки, семяпровод, семяизвергательный канал, циррусовый мешок.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой тип симметрии у половозрелых цестод?
2. Какие мышцы входят в состав мускулатуры цестод?
3. Что такое сколекс? Что такое стробила?
4. Где локализируются половозрелые цестоды?
5. Какого типа нервная система цестод?
6. Что представляют собой покровы цестод?
7. Что представляет собой выделительная система цестод?
8. Где находятся органы прикрепления цестод?
9. Перечислите стадии широкого лентеца в промежуточных хозяевах.
10. Чем отличается половая система цестод от половой системы трематод?
11. Цикл развития циклофиллидей (на примере бычьего, свиного цепней, эхинококка). Типы финн (ларвоцист).

Объясните значение терминов

Микротрихии, сетевидная железа, сколекс, шейка, проглоттиды, присоски, ботрии, стробила, корацидий, процеркоид, плероцеркоид, онкосфера, финна (лавроциста), цистицерк, ценур, эхинококк, терминальные клетки, основной хозяин, промежуточный хозяин метагенез.

Тип NEMATHELMINTHES – ПЕРВИЧНОПОЛОСТНЫЕ ЧЕРВИ

Первичнополостные черви обладают вполне развитой полостью тела не имеющей собственных стенок (первичная полость тела – с х и з о ц е л ь), этим они значительно отличаются от предыдущего типа – Плоские черви. Другим важным отличием является полная пищеварительная система.

Система типа в настоящее время не устоялась, в частности, на основании последних исследований предлагается выделять группу Первичнополостных червей, а ранее входящие в тип классы рассматривать как самостоятельные типы. Ранее в состав типа входило семь классов: Брюхоресничные (*Gastrotricha*), Нематоды (*Nematoda*), Коловратки (*Rotatoria*), Киноринхи (*Kinorhyncha*), Волосатиковые (*Nematomorpha*), Приапулиды (*Priapulida*), Скребни (*Acanthocephala*).

Теперь некоторые из этих классов на основе эмбриологических данных или объединены в один тип, или выделены в самостоятельные типы. А именно, классы Брюхоресничные и Нематоды представляют тип Круглых червей (*Nemathelminthes*), классы Скребни (*Acanthocephala*) и Коловратки (*Rotatoria*) образуют самостоятельные типы. А классы Приапулиды (*Priapulida*), Киноринхи (*Kinorhyncha*), Волосатиковые (*Nematomorpha*) входят в состав типа Головохоботные (*Cephalorhyncha*).

Класс Брюхоресничные - *Gastrotricha*

Небольшой по числу видов класс, включающий мелких животных (1–1,5 мм). Тело червеобразное, вытянутое в длину. Брюшная поверхность тела покрыта ресничками, служащими для передвижения по субстрату, чем напоминают турбеллярий. Обитают в морских и пресных водах.

Класс Нематоды — *Nematoda*

Наиболее многочисленный класс червей. Среда обитания разнообразная. По широте приспособления к условиям обитания равных нематодам среди Metazoa нет. Несмотря на многообразие сред обитания, которыми овладели нематоды, эти черви обладают единой, довольно постоянной организацией. Класс включает два подкласса: Аденофореи - *Adenophorea* и Сецерненты - *Secernentea*.

Подкласс Аденофореи –*Adenophorea* - это преимущественно свободноживущие нематоды, обитающие в морях, пресных водах, реже в почве. Немногие из них — паразиты животных и растений. Органы осязания представлены щетинками, реже папиллами, расположенными по всему телу. Более древняя группа. Характеризуется наличием кожных желез и крупными амфидами (хеморецепторами, представляющими собой узкое впячивание покровов, на дне которого находится чувствительное нервное окончание). Часть видов снабжена фоторецепторами (глазками). Шейная железа крупная, с коротким выделительным каналом.

В подклассе выделяют 4 отряда. Наибольшее практическое значение имеет отряд Трихоцефалиды (*Trichocephalida*), включающий паразитов человека.

Отряд Трихоцефалиды (*Trichocephalida*)

Есть спикула - игла. Передний конец тонкий нитевидный, немного или резко толще. Яйца бочонковидные. Представители: *Trichocephalus tricyiurus* — власоглав человеческий, *Trichinella spiralis* — трихинелла спиральная (=трихина).

Подкласс Сецерненты — *Secernentea*

Обычны в почве, пресных водах, многие обитатели гнилостных очагов. К этому подклассу относится основная масса паразитов животных (*зоогельминты*) и растений (*фитогельминты*). Органы осязания в виде папилл лежат только на головной капсуле. Кожные железы преобразованы в

ф а з м и д ы — органы хеморецепции, расположенные в хвостовом отделе. *Амфиды* очень мелкие, они поровидные, чаще расположены на губах. Фоторецепторы отсутствуют. *Шейная железа* разветвленная, с одним или двумя каналами в боковых валиках гиподермы.

Кутикула многослойная с пониженной проницаемостью. У самцов часто развиты *бурсальные крылья*. В составе подкласса большое число отрядов. Важнейшими являются Рабдитиды (*Rhabditida*), Аскариды (*Ascaridida*), Стронгилиды (*Strongilida*), Спируриды (*Spirurida*), Оксиуриды *Oxiurida*. В данном курсе в настоящее время рассматриваются только некоторые.

Отряд Рабдитиды (*Rhabditida*)

В цикле развития есть свободноживущие и паразитические поколения. Свободноживущие поколения обополье, сапрозойные. Пищевод с задним *бульбусом* (расширением), часто еще с передним утолщением. Паразитическое поколение крупнее свободноживущего. Паразиты разных групп позвоночных животных и человека.

Отряд Аскариды (*Ascaridida*)

Большие нематоды с толстой кутикулой. Рот окружен тремя губами. Пищевод прямой, без настоящего бульбуса. Представители: *Ascaris lumbricoides* - аскарида человеческая, *A. suum* - аскарида свиная, *Parascaris equorum* – аскарида лошадиная, *Toxocara canis (=margnata)* - собачья аскарида, *T. mystax* - кошачья аскарида.

Отряд Спируриды (*Spirurida*)

Губы две или вовсе отсутствуют. Пищевод без бульбуса. Паразиты открытых полостей позвоночных: кишечного канала и его стенок, дыхательной системы, глазных, носовых и ротовых полостей. Развитие обычно со сменной хозяев, из которых один - какое-либо членистоногое. Представители: *Dracunculus medinensis* - ришта (=струнец медицинский), *Wuchereria bancrofti* - нитчатка Банкрофта.

ЗАНЯТИЕ 13

Тип Nematelminthes – Первичнополостные черви

Класс Nematoda – Нематоды, или Собственно круглые черви

Подкласс Secernentea(=Rhabditia) - Сецерненты

Отряд Ascaridida – Аскариды

Виды Аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*)\$

Детская острица (*Enterobius vermicularis*)

Подкласс Adenophorea

Отряд Trichocephalida - Трихоцефалиды

Вид Трихина, или Трихинелла спиральная (*Trichinella spiralis*)

Цель занятия - изучение структурно-функциональные характеристики круглых червей в связи с эндопаразитическим образом жизни

Оборудование: фиксированные аскариды с вскрытой половой системой, микропрепараты поперечного среза аскариды, микропрепарат острицы, микропрепараты трихинелл, микроскоп, препаровальные наборы, линейки, лупы.

Нематоды – весьма многочисленный и разнообразный класс. Нематоды освоили практически все среды обитания. Среди них встречаются как свободноживущие виды (почвенные, морские и пресноводные), так и паразитические. Последние паразитируют у животных (беспозвоночных и позвоночных), большая группа нематод является паразитами растений.

Нематоды обладают рядом характерных черт, позволившим им освоить такие разнообразные среды обитания.

1. Покровы представлены прочной многослойной *кутикулой*, подстилающей ее г и п о д е р м о й. Гиподерма имеет либо клеточное строение, либо представляет собой

с и н ц и т и й. Гиподерма образует четыре выпячивания – в а л и к и гиподермы.

2. Мускулатура представлена только слоем *продольных мышц*, разбитым валиками гиподермы на четыре ленты.

3. Постоянный клеточный состав.

4. Полость тела у большинства первичная – с х и з о ц е л ь, заполненная полостной жидкостью, играющей роль г и д р о с к е л е т а. Мелкие формы лишены полости.

5. Пищеварительная система полная, наряду с передней (эктодермальной) и средней (энтодермальной) кишками появляется задняя (эктодермальная) кишка и анальное отверстие. Ротовое отверстие окружено губами.

6. Нервная система, как и у плоских червей – о р т о г о н. Наиболее сильно развиты два основных продольных нервных ствола – дорсальный и вентральный.

8. Кровеносная и дыхательная системы, как и плоских червей, отсутствуют.

9. Нематоды лишены каких-либо ресничных образований, поэтому органы выделения представлены не протонефридиями (основу которых составляют звездчатые клетки с мерцательным пламенем) как у плоских червей, а *кожными железами и фагоцитарными клетками*.

10. Нематоды, как правило, раздельнополы, зачастую с хорошо выраженным половым диморфизмом. Женская половая система парная, мужская – непарная. Мужская половая система не имеет собственного отверстия и открывается в задний отдел кишечника – клоаку. Размножение только половое. Для некоторых видов отмечено *яйцеживорождение*.

11. Развитие нематод сопровождается метаморфозом, часть паразитических нематод развивается со сменой хозяев, другие – без смены хозяев (часто со сложной миграцией по телу хозяина). У большинства паразитических видов развитие проходит с участием внешней среды (яйца,

свободноживущие личинки). У *Trichinella* – развитие без участия внешней среды, при этом один и тот же хозяин сначала является окончательным (кишечная стадия), а затем промежуточным (мышечная стадия).

В связи с опасностью заражения на занятиях человеческая аскарида заменяется лошадиной (*Parascaris equorum*) или свиной (*Ascaris suum*). Человеческая аскарида используется как фиксированный в 50% спирте или 6%-ом растворе формалина (в них аскариды не сморщиваются) как материал для изучения внешнего строения.

Если нужно получить материал в спирте, фиксацию следует начинать с 5% спирта и постоянно, в течение одного-двух месяцев, довести до 45-50%. За несколько часов до вскрытия аскарид, фиксированных формалином, следует перенести из фиксатора в воду.

Во время изучения анатомии аскарид, вскрытие производится в препаровальной ванночке под водой. Это правило особенно **важно соблюдать**, так как полостная жидкость аскариды содержит большое количество токсических органических кислот, способных вызвать сильное раздражение при попадании на слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. Занятия лучше проводить на поперечных срезах, окрашенных гематоксилином или борным кармином.

Тело аскариды типично червеобразной формы – оно вытянуто в длину, сужено на концах, округлое в поперечном сечении (рис.45, 46, А). Длина различна: у лошадиной аскариды – до 35 см, а у человеческой – до 25 (♂) – 40 (♀) см; окраска белая или розоватая.

На задней границе передней трети тела часто удается обнаружить довольно широкую, но не очень глубокую перетяжку — п о я с о к, на которой вентрально располагается женское наружное половое отверстие. Самцы значительно меньше самок. Задний конец тела у них загнут

широким крючком, а самостоятельного наружного полового отверстия у них нет. Тело состоит из переднего, туловищного и хвостового отделов. На переднем конце находится ротовое отверстие. Рот окружен тремя губами и занимает терминальное положение (рис.46, Б). Анальное отверстие аскарид располагается на брюшной стороне, чуть впереди от заднего конца тела.

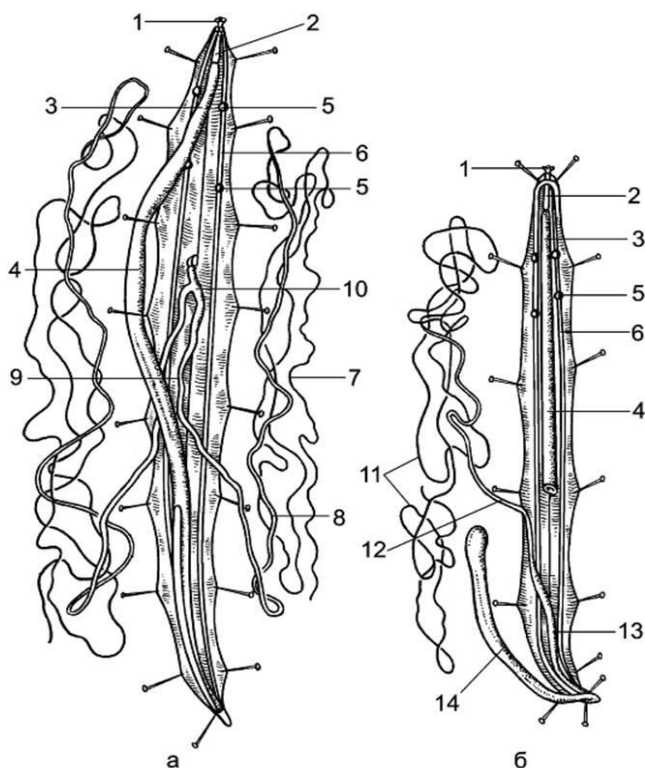


Рис.45. Половая система аскариды (из Догеля): а - самка; б - самец; 1 - губы; 2 - глотка; 3 - «пищевод» (передний отдел средней кишки); 4 - средняя кишка; 5 - фагоцитарные клетки; 6 - боковая линия; 7 - яичник; 8 - яйцевод; 9 - матка; 10 - влагалище; 11 - семенники; 12 - семяпровод; 13 - семяизвергательный канал; 14 - задняя кишка.

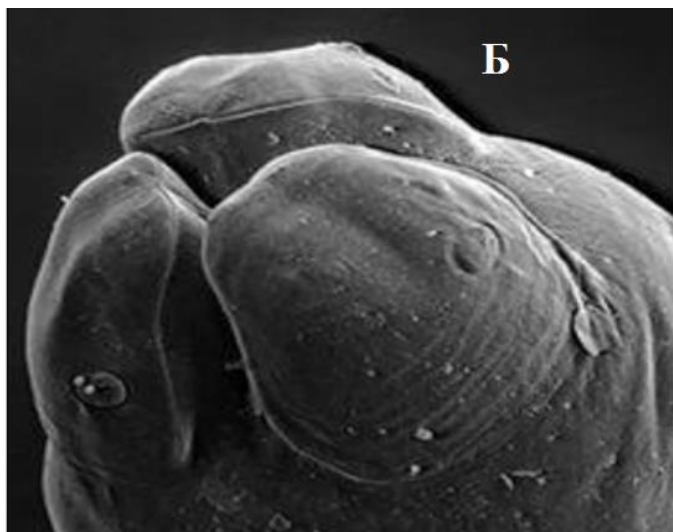


Рис.46. Внешний вид аскариды (*Ascaris sp.*): А – тело с отделами; Б – губы парными чувствительными сосочками (<http://zoomet.ru>)

После идентификации переднего и заднего концов тела необходимо определить вентральную и дорсальную поверхности. Это можно сделать по нескольким признакам. Прежде всего, необходимо обратить внимание на то, что на теле аскариды имеется очень слабо выраженный рисунок в виде четырех продольных линий. Две из них очень узкие и окрашены в белый цвет. Расположены они супротивно друг другу на дорсальной и вентральной поверхностях. Еще две линии имеют совершенно иной вид. Они более широкие, чем первые, и выглядят как серовато-прозрачные участки кутикулы, через которые неясно просвечивают внутренние органы. Располагаются они также супротивно, но на латеральных (краевых) поверхностях. Их часто обозначают как «боковые линии».

Рассмотрев взаимное положение ротовых губ и отмеченных выше линий, можно определить вентральную и дорсальную поверхности. Губы вокруг рта располагаются таким образом, что одна из них обращена строго дорсально, а две оставшиеся — вентролатеральное. Дорсальной (спинной) соответственно, оказывается та губа, в середину заднего края которой упирается одна узкая белая (дорсальная) линия. Расположенная на противоположной стороне тела такая же узкая белая (вентральная) линия упирается в промежуток между двумя вентролатеральными губами.

Проследив вентральную линию до уровня упоминавшейся неглубокой перетяжки, легко обнаружить женское половое отверстие, которое едва заметно смещено набок от линии. Обнаружение *полового отверстия самок* — самый надежный критерий правильного определения вентральной поверхности.

Знакомство с анатомией аскариды следует начинать с изучения внутренней поверхности стенки тела. На правильно вскрытой аскариде (разрез прошел строго по спин-

ной линии) хорошо видно, что вдоль всего тела червя тянутся четыре широкие беловатые ленты (рис. 45, 6). Их разделяют отчетливо различимые, хотя и узкие промежутки. Они соответствуют вентральной и двум латеральным линиям, которые представляют собой небольшие утолщения покровной ткани — г и п о д е р м ы и обозначаются как *гиподермальные валики*. Расположенный медианно вентральный валик гиподермы очень узкий — он выглядит как тонкая белая нить. Боковым линиям соответствуют боковые *валики гиподермы*. Они не такие высокие и более широкие. Это уже не нитевидные структуры, а узкие сероватые полосы.

Мышечный слой аскариды разделен гиподермальными валиками на четыре широкие ленты - м ы ш е ч н ы е л е н т ы, образованные скоплениями продольно ориентированных отростков мускульных клеток. Поверхность лент кажется бархатистой. Это впечатление создают многочисленные, рыхло расположенные тела мускульных клеток.

Пищеварительная система начинается ротовым отверстием, окруженным тремя губами. Оно ведет в длинную мускулистую глотку, имеющую вид плотной белой трубки, которая едва заметно расширяется по направлению к заднему концу. Глотка переходит в среднюю кишку (рис.45).

Передний участок средней кишки сильно сплюснен в дорсовентральном направлении, но при этом относительно ровный и гладкий. Он простирается примерно на 1/3 длины тела. Очень часто этот отдел обозначают как «пищевод». Следующий отдел средней кишки имеет вид смятой трубки, поверхность которой несет многочисленные, неправильно расположенные складки. Самый задний отдел пищеварительного тракта, заканчивающийся анальным отверстием, представлен задней кишкой, однако граница между нею и средней кишкой у самок выражена плохо (рис.45).

Из всех элементов выделительной системы на вскрытой аскариде хорошо бывают видны ф а г о ц и т а р н ы е клетки, представляющие собой типичные почки накопления (рис.45,5). У аскарид их количество не превышает четырех, но часто встречаются особи с тремя и даже двумя клетками.

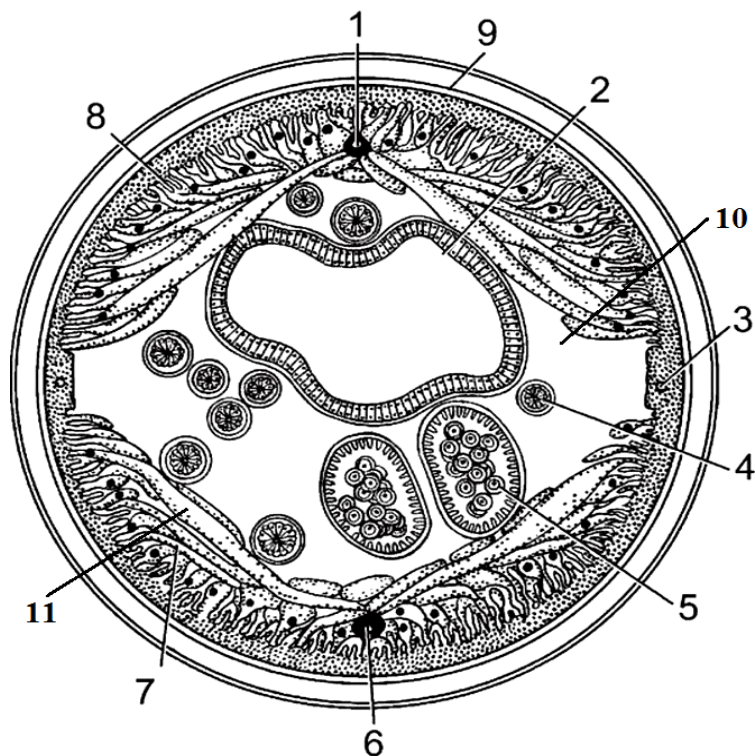


Рис.47. Поперечный срез аскариды: 1 - спинной нервный ствол в валике гиподермы; 2 - кишка; 3 - канал выделительной системы в боковом валике гиподермы; 4 - яичник; 5 - матка; 6 - брюшной нервный ствол; 7 - мышцы; 8 - гиподерма; 9 - кутикула; 10- первичная полость; 11- саркоплазматические мешки

Обычно эти клетки с одной стороны прикреплены к краям «пищевода», а с другой — к латеральным валикам ги-

подермы. У молодых особей фагоцитарные клетки небольших размеров и имеют беловатую или желтоватую окраску. У старых аскарид они могут быть очень крупными и часто приобретают бурый цвет благодаря накопленным в их цитоплазме многочисленным экскреторным включениям.

Иногда в переднем конце тела удается рассмотреть окологлоточное нервное кольцо. Оно в виде светлого валика окружает глотку.

Половая система самки аскариды имеет трубчатое строение: и гонады, и протоки практически без видимых снаружи границ переходят друг в друга. Длинные парные яичники имеют вид тончайших волосовидных трубочек. Они образуют многочисленные петли вокруг задней половины средней кишки и плавно переходят в столь же длинные нитевидные яйцеводы, диаметр которых постепенно увеличивается (рис.45,8). Так же, как и яичники, они густо оплетают среднюю часть кишечника. Место перехода яйцевода в матку выражено вполне отчетливо. Граница между этими двумя отделами половых протоков располагается ближе к заднему концу тела. В этом месте оба яйцевода круто поворачивают вперед и резко расширяются. Собственно *м а т к и* — самые толстые отделы половой системы — направляются к переднему концу тела, образуя лишь небольшие изгибы. Они на всем своем протяжении располагаются вентрально по отношению к средней кишке (рис.47, 5). На уровне задней границы передней трети тела матки сливаются и дают начало короткому и более узкому непарному влагалищу. Влагалище открывается наружным половым отверстием, расположенным в самой непосредственной близости от вентрального валика гиподермы.

Отличие анатомии самцов от анатомии самок касается половой системы. Половая система самцов представлена непарным набором органов. Единственный нитевидный

семенник без видимой снаружи четкой границы переходит в несколько более толстый семяпровод (рис. 45.12). И семенник, и семяпровод образуют многочисленные петли вокруг средней кишки. Примерно на уровне задней трети тела семяпровод резко расширяется и переходит в семяизвергательный канал, имеющий вид прямой трубки, которая расположена под кишечником и направляется назад. На уровне начала задней кишки семяизвергательный канал соединяется с пищеварительной системой. Задняя кишка, таким образом, становится органом, который служит для выведения непереваренных остатков пищи и одновременно — дистальным отделом половых протоков. Участки протоков, различного рода мешковидные структуры, совмещающие две и более функций, обычно называются клоаками.

На занятиях изучают гистологические срезы средней части тела аскариды. Для этого используют и малое, и большое (объектив 40 х) увеличения микроскопа. Прежде чем приступить к детальному изучению среза, его необходимо правильно ориентировать, т. е. определить вентральную и дорсальную поверхности. Проще всего это сделать, обратив внимание на взаимное положение кишки и двух перерезанных поперек маток.

Сильно сдавленная кишка, образующая несколько неправильно расположенных складок, всегда располагается дорсально по отношению к маткам (рис. 47). Последние имеют неправильно округлые контуры, толстые мускулистые стенки и заполнены многочисленными яйцами. Диаметр маток намного превышает диаметр всех остальных органов половой системы. Правильность ориентировки среза можно уточнить по положению валиков гиподермы.

Снаружи тело аскариды покрыто плотной многослойной кутикулой (рис.47, 9).

Однако на гистологических срезах можно различить всего два слоя: более плотный, расположенный поверхностно, и лежащий под ним менее плотный.

Кутикула подстилается гиподермой, которая на срезах имеет вид светлой, почти прозрачной цитоплазматической пластинки. В четырех местах (дорсально, вентрально и по бокам тела) эта пластинка образует утолщения — *валики гиподермы*.

С внутренней стороны к гиподерме прилегают мышечные клетки, расположенные в один слой. Они, как уже говорилось выше, разделены валиками гиподермы на четыре широкие ленты. Каждая мышечная клетка состоит из двух частей: мускульного отростка, непосредственно прилегающего к гиподерме, и собственно тела клетки, обозначаемого как *саркоплазматический мешок* (рис.48).

Этот отдел действительно имеет неправильную мешковидную форму и обращен в полость тела. Иногда на срезах удается видеть, что от саркоплазматических мешков отходят очень тонкие цитоплазматические отростки к дорсальному или вентральному валикам гиподермы. Эти отростки вступают с валиками в непосредственный контакт.

Сократимый отросток мышечной клетки вытянут, имеет ланцетовидную форму и сильно сплюснен с боков. Толстый слой миофибрилл выстилает боковые стенки и узкую базальную поверхность отростка. Центральная часть отростка заполнена цитоплазмой (саркоплазмой). Ядро мышечной клетки располагается на границе отростка и саркоплазматического мешка (рис.47,11). Отростки мышечных клеток, образующие мышечные ленты, ориентированы в продольном направлении. Их совокупность часто обозначается как продольные «мышцы». Как уже говорилось выше, саркоплазматические мешки и их отростки сво-

бодно располагаются в обширной первичной полости тела, или с х и з о ц е л е (рис.47, 10).

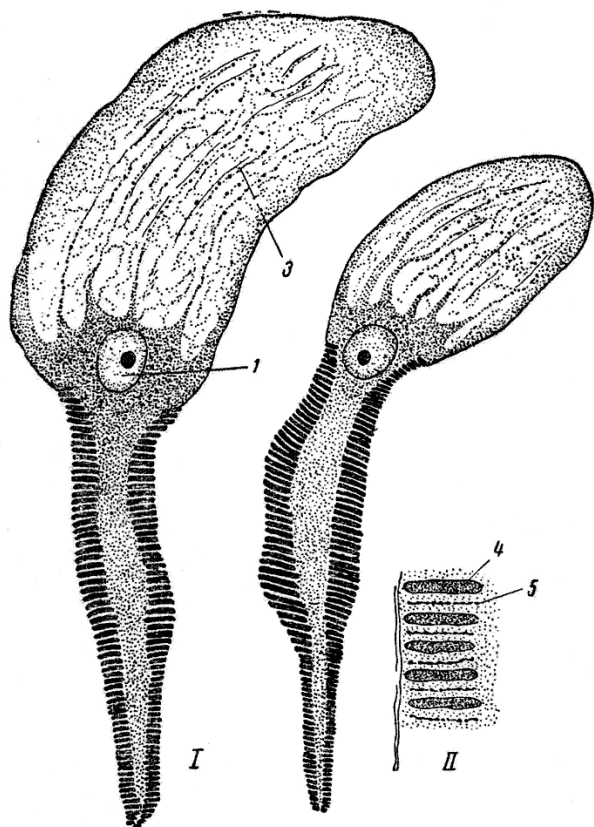


Рис.48. Мышечные клетки аскариды (из <https://ssaft.com>):
I - общий вид клеток (увеличение - ок.7, об.40); II - часть сократимого отдела клетки (увеличение - ок.15, иммерсия): 1 - ядро, 2 - сократимая часть клетки, 3--опорные нити в трофической плазме, 4 -сократимые пластинки, 5-опорные волокна

Здесь же локализуются органы пищеварительной и половой систем. В центре среза находится перерезанная поперек средняя кишка. Она имеет складчатый неправильный контур. Стенки складок бывают настолько сильно сб-

лижены, что просвет кишечника кажется щелевидным. Стенка кишечника образована однослойным эпителием, который подстиляется тонкой базальной пластинкой.

Выделительная система на срезах чаще всего представлена перерезанными выделительными каналами, залегающими в толще латеральных валиках гиподермы. Они имеют вид неправильно округлых или сильно сплюснутых просветов, окруженных собственной стенкой. По-своему происхождению это очень длинные отростки специализированных кожных желез (рис.47, 3).

Элементы *нервной системы* — спинной и брюшной продольные нервные стволы залегают непосредственно в соответствующих валиках гиподермы. При использовании большого увеличения (объектив 40 х) микроскопа можно рассмотреть, что всю верхнюю часть валика занимают многочисленные, четко ограниченные вакуоли. Так на поперечных срезах выглядят перерезанные отростки нервных клеток (рис.47, 1).

На поперечных срезах можно найти практически все органы половой системы, петли которой свободно залегают с х и з о ц е л е. Самыми многочисленными чаще всего бывают срезы через яичники, которые локализуются преимущественно дорсально и по бокам от кишки.

Яйца аскариды окружены 5-ю оболочками. Внутри яиц находится шаровидной формы бластомер (рис.49). Ниже $+12^{\circ}\text{C}$ и выше $+36^{\circ}\text{C}$ яйца аскарид не развиваются, но сохраняют жизнеспособность. Уничтожить их могут горячая вода ($+50^{\circ}\text{C}$), солнечный свет, спирт, бензин и эфир.

Наружная оболочка в период нахождения яйца в половых органах самки беловатая, бугристая, прозрачная и бесцветная, при выходе в кишечник она темно-желтого или коричневого цвета, т.к. окрашивается фекальным пигментом.

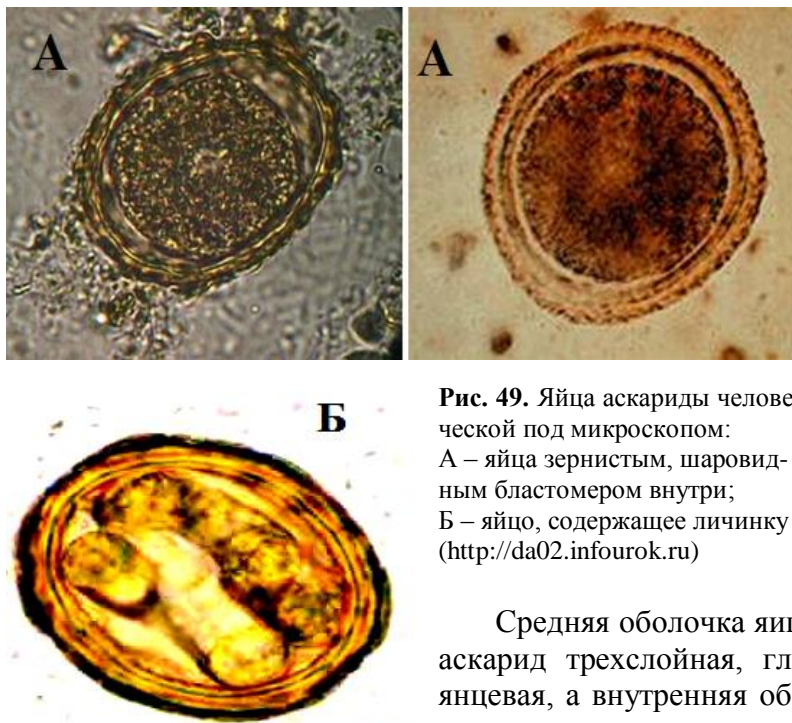


Рис. 49. Яйца аскариды человеческой под микроскопом:
 А – яйца зернистым, шаровидным blastомером внутри;
 Б – яйцо, содержащее личинку
 (<http://da02.infourok.ru>)

Средняя оболочка яиц аскарид трехслойная, глянцевая, а внутренняя оболочка липидная, многослойная, гладкая, прозрачная и бесцветная, проницаемая для воды, но задерживает органические вещества и соли.

Оплодотворенные яйца овальные (50-70x40-50мкм), неоплодотворенные имеют разную форму, чаще вытянутые, удлинённые, грушевидные или трехгранные. Их размер 50-100x40-45 мкм. Белковая оболочка неоплодотворенных яиц грубая, с неровными зубцами. Внутренняя часть заполнена желточными клетками крупных размеров. Во внешней среде, в частности в почве, созревают и проходят стадии blastомера, морулы, гаструлы, головастика и, наконец, личинки (16-17 суток).

Детская острица (*Enterobius vermicularis*) является широко распространенным паразитом человека, чаще всего встречается у детей. Длина самок достигает 10 мм, самцов – 2-5 мм. На переднем конце тела имеется кутикулярное обрамление – **везикула**.

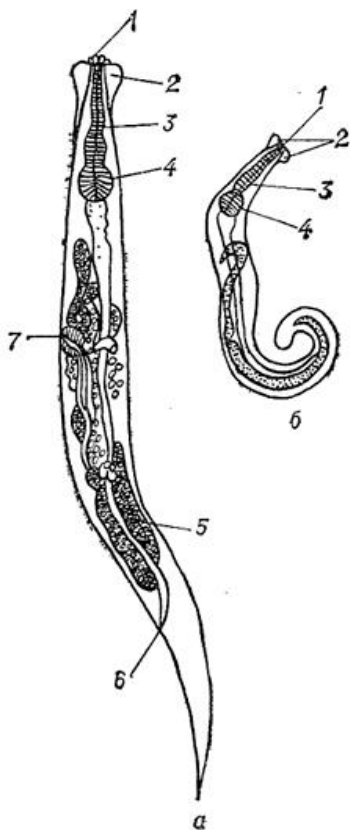


Рис.50. Схема строения самки (слева) и самца (справа) детской острицы: 1- ротовое отверстие; 2- везикулы; 4 – бульбус; 5- матка; 6 – анальное отверстие; 7- половое отверстие

Задний участок тела заострен. Из внутренних органов просматриваются ротовое отверстие, длинный расширенный пищевод, заканчивающийся шаровидным **бульбусом**. За ним начинается длинный кишечник. Пищеварительная трубка заканчивается у основания хвоста **анальным** отверстием. Большую часть тела занимает парная извитая трубка с формирующимися яйцами. Половое отверстие располагается на брюшной стороне и чуть сдвинуто к переднему концу тела (рис.50).

Большую часть тела занимает парная извитая трубка с формирующимися яйцами. Половое отверстие располагается на брюшной стороне и чуть сдвинуто к переднему концу тела (рис.50).

Локализуются в толстой и задней кишке человека. Продолжительность жизни остриц примерно один месяц. Острица – паразит только человека. Заболевание, вызываемое острицами – энтеробиоз. Самка со зрелыми оплодотворенными яйцами спускается к анальному отверстию, выходит наружу и откладывает на кожу человека от 10 до 15 тыс. яиц, после чего погибает (рис.51). Яйца острицы на коже человека достигают зрелости через 4-5 часов. Лица, страдающие энтеробиозом, во сне расчесывают зудящиеся места, яйца, таким образом, попадают на руки и с них могут быть занесены в рот.

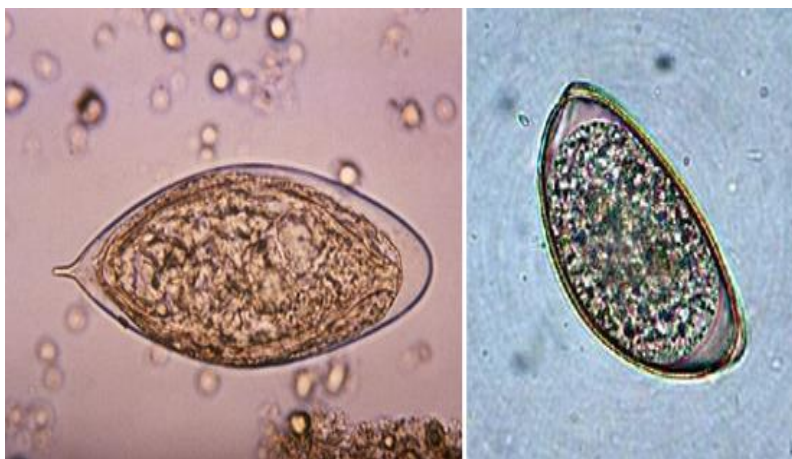


Рис.51. Оплодотворенные яйца детской острицы(<http://da02.infourok.ru>)

Трихинелла спиральная (*Trichinella spiralis*) – паразит никогда не бывает во внешней среде. Жизненный цикл проходит в организме хозяина. Хозяевами трихинеллы могут быть различные животные, чаще крысы, свиньи, медведи, человек и др. Заражение происходит через зараженное трихинеллами мясо. Обычно в мясе животных могут находиться микроскопические капсулы со спирально закрученными личинками трихинеллы (рис. 52). В желудке

капсулы растворяются и личинки вырастают до половозрастного состояния. Самки до размера 3-4 мм, а самец не более 1,5 мм.

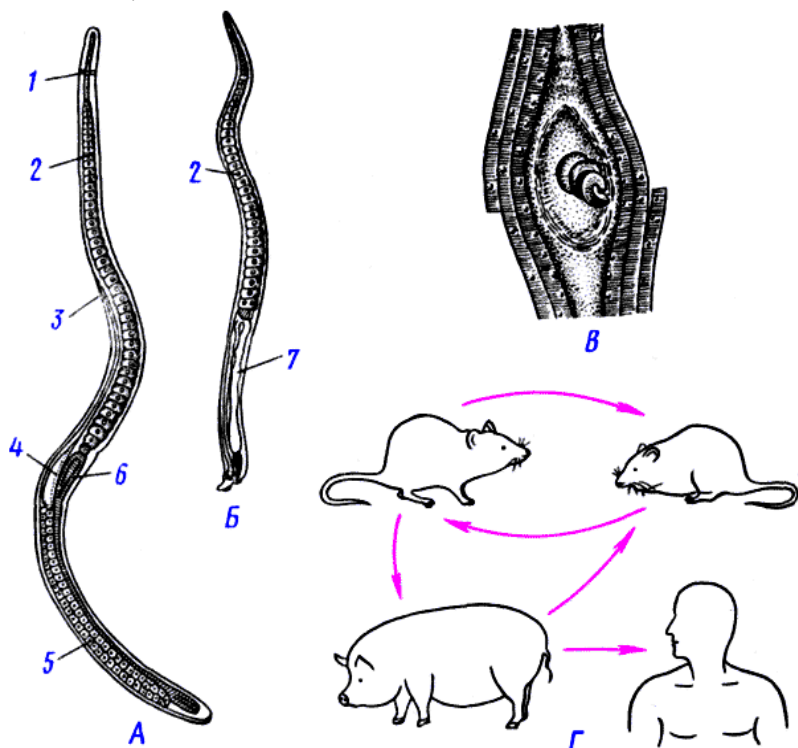


Рис.52.Трихинелла *Trichinella spiralis*: А - самка, Б - самец, В - личинка, инкапсулированная в мышечном волокне (по Лейкарту и Клаусу); Г - основной путь циркуляции трихинеллы в природе: 1 - нервное кольцо, 2 - клетки пищевода, 3 - женское половое отверстие, 4 - матка, 5 - яичник, 6 - средняя кишка, 7 – семенник

Одна самка может произвести до 2 тыс. личинок, которые попадают в лимфатические сосуды стенок кишечника, а затем в кровеносные сосуды. По крови личинки миг-

рируют и, как правило, оседают в мышцах, где они разрушают мышечные волокна, инкапсулируются, капсулы постепенно обезвешиваются.

Человек обычно заражается, употребляя в пищу трихинеллезное мясо свиней, медведей и некоторых других животных. Для человека наиболее опасно мышечная форма паразита. Осевшие личинки трихинелл в мышцах, вызывают сильную боль, оседая в глазах, они могут вызвать слепоту, локализация их в мозге может вызвать летальный исход.

Порядок вскрытия аскариды

Вскрытие проводится обязательно под слоем воды, чтобы избежать разбрызгивания едкой полостной жидкости.

1. Аскариду помещают в препаровальную ванночку спинной стороной вверх и заливают водой. У самок спинная (дорсальная) сторона определяется по положению полового отверстия на брюшной стороне тела, т.е. нижней - вентральной, а у самцов по загнутому на вентральную сторону заднего конца тела.

2. Передний и задний концы аскариды прикрепляются ко дну ванночки булавками.

3. Проводится продольный разрез аскариды кончиком препаровальной иглы. Края разреза закрепляются булавками на дне ванночки.

4. Препаровальной иглой осторожно распутываются петли половой системы.

В случае отсутствия аскарид для вскрытия, проводится изучение нематод из кишечника таракана, для чего делается временный препарат содержимого кишечника таракана и изучается с использованием микроскопа.

Задание 13

1. Заполните таблицу 7.

Таблица 7.

Черты сходства и различия в биологии круглых червей

Элементы сравнения	Аскарида человеческая	Острица детская	Трихинелла
Длина тела самок			
Длина тела самцов			
Количество яиц в сутки			
Везикула имеется			
Наличие или отсутствие бульбуса			
Размножение яйцами или отрождение личинок			
Развитие внутри 1-го хозяина без выхода во внешнюю среду или со сменой			
Развитие со вторичной инвазией			

2. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним видом самца и самки *Ascaris* и определите половые отличия.

3. Сделайте рисунок внешнего вида самца и самки *Ascaris*: передний и задний концы тела; рот; губы; у самки дополнительно — область «пояска».

4. Изучите на влажных препаратах особенности внутреннего строения самки *Ascaris*.

5. Сделайте рисунок вскрытой самки аскариды и сделайте следующие обозначения- ротовое отверстие, глотка, «пищевод», фагоцитарные клетки, влагалище, средняя кишка, боковые валики гиподермы, мышечные ленты, задняя кишка, половая система. Различные системы внутренних органов раскрасьте определенными цветами.

6. Изучите на микропрепаратах поперечный разрез тела самки аскариды.

Вопросы для самоконтроля

1. К какому типу и классу относятся нематоды?
2. Где обитают представители Nematoda?
3. Нематоды являются гермафродитами или раздельнополыми животными?
4. Из каких волокон состоит мускулатура у нематод?
5. Что представляют собой покровы нематод?
6. Опишите выделительную систему нематод.
7. Опишите строение и расположение гиподермы нематод.
8. К какому типу строения относится нервная система нематод?
9. Опишите полость тела нематод.
10. Что представляет собой пищеварительная система нематод?

11. Где необходимо пройти часть развития личинке медицинского струнца (=ришта) для заражения окончательного хозяина?

12. Как проходит жизненный цикл трихинеллы?

13. Где необходимо пройти часть развития личинке нитчатки Банкрофта для заражения окончательного хозяина?

14. Где происходит развитие личинок аскарид?

15. Где локализуется трихинелла в хозяине?

16. Назовите прогрессивные черты организации первичнополостных по сравнению с плоскими червями?

17. Каковы особенности строения кожно-мышкульного мешка нематод?

18. Каковы функции внутриволокнистой жидкости?

19. Какие приспособления к паразитическому образу жизни существуют у круглых червей?

Объясните значение терминов

Гиподерма, синцитий, валики гиподермы, кутикула, гидроскелет, мышечные клетки нематод, схизоцель, сквозной кишечник, пищевод, губы, бульбус, стома, стилеты, пищеводные железы, внекишечное пищеварение, папиллы, гиподермальные железы (реннеты), шейная железа, почки накопления (фагоцитарные клетки), окологлоточное нервное кольцо, амфиды, фазмиды, пигментные пятна, бурса, спикулы, детерминация, постоянство клеточного состава, биогельминты, геогельминты, жевательный аппарат, гетерогония.

**Раздел BILATERIA (TRIBLASTICA)-
- ДВУСТОРОННЕСИММЕТРИЧНЫЕ
Подраздел COELOMATA - ЦЕЛОМИЧЕСКИЕ
(=ВТОРИЧНОПОЛОСТНЫЕ)
Надтип TROCHOZOA – ТРОХОФОРНЫЕ
(ЧЛЕНИСТЫЕ)
Тип ANNELIDA – КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ**

Основной отличительной особенностью целомических животных является то, что у них имеется вторичная полость тела – ц е л о м. Целом считается совершенной полостью тела, так как имеет собственный эпителий – ц е л о т е л и й, из которого формируются стенки. Целотелий мезодермального происхождения, его также называют *перитонеальным эпителием*. Эпителий целома покрывает внутреннюю поверхность стенки тела, прилегает к кишечнику и ко всем внутренним органам.

За счет целома образуются особые каналы – ц е л о м о д у к т ы, сообщающие полость целома с внешней средой. Функциями целома являются:

- созревание половых продуктов;
- опорная (гидроскелет);
- перенос кислорода и продуктов выделения.

Другими важными чертами вторичнополостных животных являются: *метамерность строения*, проявляющаяся в повторяемости органов и структур — эктодермальных и мезодермальных; *кровеносная система* хорошо развита и выполняет главным образом функции дыхания и транспорта веществ — питательных и продуктов выделения; *выделительная система* — открытая, связана с целомом, основными функциями — выделения и регуляции водного режима.

Подраздел Целомические (*Coelomata*) включает всех остальных билатеральных животных и распадается на две

группы — первичноротые (*Protostomia*) и вторичноротые (*Deuterostomia*), которые отличаются особенностями эмбрионального развития. У первичноротых б л а с т о п о р (*первичный рот*) зародыша взрослого животного образуется на его месте после его закрытия. *Мезодерма* формируется, как правило, *телобластическим способом*.

К Protostomia относятся типы: *Annelida*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Onychophora*.

У Deuterostomia на месте бластопора образуется заднепроходное отверстие взрослого животного, ротовое отверстие закладывается позднее и независимо от первичного рта личинки. *Мезодерма* формируется *энтероцельно*.

К вторичноротым относятся следующие типы: *Echinodermata*, *Hemichordata*, *Chordata*. Однако среди Целомических животных есть группы, которые эволюционировали по другим путям филогенеза.

В настоящее время некоторыми авторами в составе подраздела *Coelomata* выделяется пять самостоятельных надтипов:

- надтип Членистые (*Trochozoa*) с типами — Кольчецы (*Annelida*), Членистоногие (*Arthropoda*), Моллюски (*Mollusca*);
- надтип Щупальцевые (*Tentaculata*) с соответствующим типом Щупальцевые (*Tentaculata*);
- надтип Щетинкочелюстные (*Chaetognatha*) с типом Щетинкочелюстные (*Chaetognatha*);
- надтип Погонофоры (*Pogonophora*) с типом Погонофоры (*Pogonophora*);
- надтип Вторичноротые (*Deuterostomia*) с типами Иглокожие (*Echinodermata*), Полухордовые (*Hemichordata*) и Хордовые (*Chordata*).

Надтип ТРОХОФОРНЫЕ (*TROCHOZOA*) характеризуются нижеследующими признаками:

- трохофорным животным свойствен спиральный тип дробления оплодотворенной яйцеклетки;
- преимущественно телобластическая закладка мезодермы;
- первичность в образовании рта (из бластопора);
- у представителей, развивающихся с метаморфозом, образуется личинка — т р о х о ф о р а, претерпевающая ряд превращений, в результате которых возникает двойственная метамерия (членистость).

К трохофорным относятся типы: Кольчатые черви (*Annelida*), Членистоногие (*Arthropoda*), Моллюски (*Mollusca*), Онихофоры (*Onychophora*).

Тип ANNELIDA – КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Кольчецы характеризуются как высшие черви, так как по сравнению с низшими червями претерпели значительные изменения прогрессивного характера. Наличие вторичной полости позволило включить этих животных в подраздел Coelomata. У кольцецов имеется ряд других особенностей, часть из которых наблюдается как у Trochozoa, так и других представителей Coelomata.

1. Тело аннелид вытянутое, цилиндрическое, слегка сплющенное в дорсовентральном направлении. Головной отдел состоит из головной лопасти – п р о с т о м и у м а и следующего сегмента, на котором располагается ротовое отверстие – п е р и с т о м и у м а (по своей природе он состоит из 2–3 слившихся передних сегментов) Далее идет состоящее из одинаковых сегментов - туловище. Заканчивается тело анальной лопастью – п и г и д и е м, несущим анальное отверстие.

У Поясковых кольцецов (*Clitellata*) в передней трети тела ряд сегментов утолщен (поясок - *clitellum*) и несет многочисленные кожные железы.

2. Практически каждый отдел и сегменты тела несут различные придатки. Особенно хорошо они представлены у многощетинковых кольцецов (*Polychaeta*) – на головном отделе п а л ь п ы, антенны и усики – *органы осязания*; глаза – органы зрения; затылочные обонятельные ямки – *органы обоняния*.

Для туловищных сегментов многощетинковых полихет характерно наличие парных боковых выростов - п а р а п ó д и й (примитивные конечности), служащие для передвижения. Каждая ветвь параподии содержит пучок щетинок (часто очень крупных). У *Clitellata* (*Oligochaeta* и *Hirudinea*) придатки зачастую не выражены, параподии отсутствуют, щетинки мелкие и малочисленные, но опорные щетинки параподий, несмотря на их небольшие размеры, имеются.

3. *Кожно-мускульный мешок* кольчатых червей состоит из однослойного эпителия содержащего кожные железы. Эпителий выделяет на своей поверхности очень тонкую эластичную кутикулу, местами эпителий может быть мерцательным. Под эпителием расположены два *мышечных слоя* – наружный *кольцевой* и внутренний *продольный* (более мощный). Внутренняя сторона слоя продольных мышц выстлана однослойным эпителием мезодермального происхождения – *целотелием*. У Пиявок имеются дополнительные дорсовентральные мышцы.

4. Полость тела кольцецов вторичная, или целом. Целом имеет собственные стенки представленные перитонеальным эпителием (целотелием). Целом не сплошной, на границе между сегментами перитонеальный эпителий образует перегородку – д и с с е п и м е н т. Кроме того, в каждом сегменте целом может быть поделен на два отдела продольными перегородками (спинной и брюшной) – брыжейками (м е з е н т е р и я м и).

У Малощетинковых кольцецов спинной мезентерий отсутствует. Целом заполнен водянистой *целомической жидкостью*. У Hirudinea вторичная полость в большинстве случаев редуцируется, пространства между органами заполняются паренхимой, а остатки целома представлены лакунарными сосудами.

5. Пищеварительная система полная, состоящая из трех отделов. У разных групп аннелид пищеварительная система имеет ряд характерных особенностей. У некоторых форм (низшие полихет, пиявки) кутикула глотки образует хитиноидные зубцы. У малощетинковых кольчатых червей средняя кишка имеет дорсальное впячивание – т и ф л о з о л ь, служащий для увеличения всасывающей поверхности кишки.

6. У кольчатых червей имеется *кровеносная система* замкнутого типа, она представлена двумя главными продольными сосудами – спинным и брюшным. Оба сосуда сообщаются мелкими сосудами, *лакунами* и *кольцевыми сосудами*. Кольцевые сосуды расположены метамерно. Кроме крупных сосудов имеется густая сеть капилляров. Кровь движется благодаря сокращению спинного сосуда и некоторых кольцевых сосудов (к о л ь ц е в ы е с е р д ц а). У части Hirudinea с редукцией целома происходит замещение кровеносной системы лакунарной.

7. *Дыхание* аннелид разнообразно: дыхание всей поверхностью тела (кожное дыхание); у Polychaeta помимо кожного дыхания имеются специальные органы – ж а б р ы (выросты параподий или придатков головы); некоторые морские пиявки также имеют кожные жабры.

8. *Выделительная система* аннелид представлена нефридиями. Нефридии, как и протонефридии, эктодермального происхождения. Обычно нефридии залегают метамерно в каждом сегменте туловища по бокам от кишечника, поэтому нефридии также называют сегментарными

органами. Нефридии разных аннелид имеют разную природу, это могут быть протонефридии (у низших форм), *метанефридии*, *нефромиксии* (продукт слияния протонефридия и целомодукта). В выделение участвуют и хлорогогенные клетки, работающие по принципу почек накопления, располагаются они на кровеносных сосудах и вокруг среднего кишечника. У пиявок имеется аналог хлорогогенных клеток – *ботриоидная ткань*.

9. *Нервная система* кольцецов – это типичная центральная нервная система, которая состоит из парных мозговых ганглиев, двух окологлоточных коннективов, парных брюшных нервных стволов с расположенными на них по сегментно (метамерно) парных ганглиев, соединенных комиссурой, и имеет вид *брюшной нервной лестницы*. В процессе эволюции брюшные стволы и ганглии сблизилась, и нервная система приобрела вид *брюшной нервной цепочки*.

10. *Органы чувств* у аннелид развиты хорошо у бродячих полихет. Имеются органы осязания, обоняния, редко встречаются органы чувства равновесия (у сидячих полихет). *Органы зрения неинвентированного типа* хорошо развиты также у Polychaeta. Малощетинковые кольчатые черви имеют кожные светочувствительные клетки. Пиявки обладают специальными *бокаловидными органами* чувств, часть из которых несет светочувствительную функцию.

11. Половая система аннелид различна. Большинство Aclitellata раздельнополы, оплодотворение обычно наружное, Clitellata – гермафродиты, оплодотворение происходит в коконе (*Oligochaeta*), либо внутреннее (*Hirudinea*). Дробление яйца полное, *спиральное*, детерминированное, т.е. уже на ранних стадиях дальнейшее развитие каждого бластомера точно определено. Развитие либо с метаморфозом (*Polychaeta*), либо прямое (*Oligochaeta*, *Hirudinea*). При развитии с метаморфозом образуется личинка –

т р о х о ф о р а. Трохофора испытывает дальнейший метаморфоз с образованием м е т а т р о х о ф о р ы, в дальнейшем из нее развивается взрослая особь (рис. 53). Для некоторых Polychaeta в жизненном цикле характерно чередование полового и бесполого размножения.

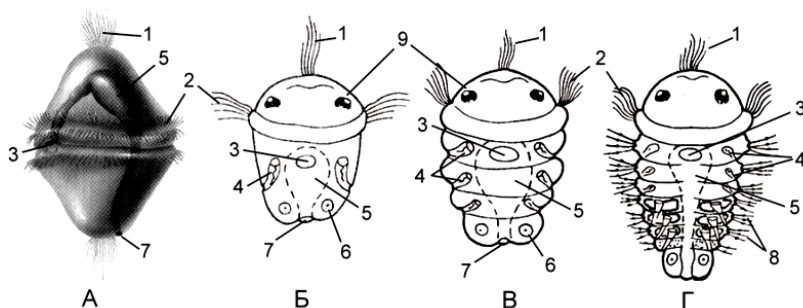


Рис. 53. Развитие трохофоры (из сайта <http://ssaft.com>): А,Б – трохофора; В – метатрохофора; Г – нектохета: 1-теменной султан; 2 – предротовой венчик ресничек – прототрох; 3 – рот; 4 – зачаток целома; 5 – кишечник; 6 – мезодермальная полоска; 7 – анус; 8 – щетинки; 9- глаза

Ранее тип Кольчатых червей подразделяли на два под-типа: **Беспоясковые (*Aclitellata*)** и **Поясковые (*Clitellata*)**. Теперь же эти подтипы характеризуются как надклассы.

Надкласс Беспоясковые — *ACLITELLATA*

Характеризуется раздельнополостью и простым строением полового аппарата. На туловище нет специальной зоны половых сегментов. Раздельнополые. Метаморфоз с личинкой - т р о х о ф о р о й.

Надкласс включает два класса: Первичные Кольчецы (*Archannelida*) и Многощетинковые черви (=Полихеты) (*Polychaeta*).

Класс Первичные кольчецы - *Archannelida*

Исключительно примитивные по своей организации черви, размеры которых не превышают 2–3 мм. Они олигомерные (мало сегментные) кольчецы. В составе туловища имеют только ларвальные (личиночные) сегменты.

Тело подразделяется на головной отдел (2 сегмента), туловище (5 сегментов) и анальную лопасть. Сегменты с поясками ресничек, обеспечивающими передвижение животного. Преобладает первичная полость тела. Кровеносная система отсутствует. Вторичная полость развивается в период полового размножения, после размножения целом редуцируется. Развитие без метаморфоза. Класс представлен одним **отрядом Динофилиды -*Dinophilida***. Представители: род *Dinophilus*, *Polygordius*.

Класс Многощетинковые черви (=Полихеты) - *Polychaeta*

Делится на два подкласса: Бродячие (*Errantia*) и Неподвижные (=Сидячие) (*Sedentaria*). Но это деление весьма условно.

Подкласс Бродячие полихеты — *Errantia*

Бродячих полихеты имеют более примитивное строение. Трохофора не имеет каких-либо специальных приспособлений к обитанию и добыче пищи. Циклы их развития чаще осуществляются свободно и в пелагических условиях. Подкласс включает три отряда: Филлодоцеоморфы (*Phyllodocemorpha*), Нереиморфы (*Nereimorpha*), Еуницеоморфы (*Eunicemorpha*).

Отряд Филлодоцеоморфы – *Phyllodocemorpha*

Определяющим признаком при делении отряда на семейства является строение трохофоры.

Отряд Нереиморфы - *Nereimorpha*

Характерны для разных представителей разные способы размножения, развития и типы личинок. Наряду с по-

ловым размножением встречается и бесполое. У некоторых наблюдается явление эпитокии. Представитель: *Nereis pelagica*.

Отряд Еуницеморфы -Eunicemorpha

Имеют большое разнообразие способов размножения и развития, морфогенезов, форм личинок. Их олигомерные формы напоминают метатрохофору. Именно в этом отряде встречаются формы, приспособленные к паразитированию на червях, иглокожих, ракообразных и рыбах. Представители: *Eunice viridis* — палоло тихоокеанский, *E. fucata* —палоло атлантический.

Подкласс Неподвижные полихеты (= Сидячие) - *Sedentaria*

Циклы развития этих полихет протекают внутри трубок, капсул, кладок или под прикрытием материнского организма. Яйцеклетки богаты питательными веществами. В развитии отмечаются стадии - гастролы, протрохофоры, трохофоры, метарохофоры, нектохеты, ювенильной стадии и донной формы. Подкласс включает четыре отряда: Спиоморфы (*Spiomorpha*), Дриломорфы (*Drilomorpha*), Терелломорфы (*Terebellomorpha*), Серпулиморфы (*Serpulimorpha*).

Отряд Спиоморфы (*Spiomorpha*)

Характеризуются разнообразием способов размножения и развития. Некоторые размножаются бесполом способом, путем фрагментации; отдельные представители — партеногенетически в полости тела матери до стадии трехсегментарной личинки, которая затем переходит к самостоятельной жизни.

Отряд Дриломорфы - *Drilomorpha*

Могут обитать в местах сильно загрязненных нефтяными отходами. Самцы могут копулировать с незрелыми самками. Яйца откладываются в трубки и оберегаются

самками до выхода из них личинок, иногда развитие беспелагической личинки. Размножение происходит большую часть года.

Отряд Терелломорфы - Terebellomorpha

Развитие представителей разных семейств может проходить либо в толще воды с пелагической личинкой, либо в придонных слоях воды с бентосной личинкой, или внутри слизистых кладок, прикрепленных к материнской трубке.

Отряд Серпулиморфы - Serpulimorpha

Развивающиеся личинки питаются лецитотрофно, т.е. за счет желтка, что позволяет расселяться на значительные расстояния за короткое время.

Надкласс Поясковые — CLITELLATA

Представители Поясковых характеризуются гермафродитизмом. Половые железы располагаются не метамерно. Имеется поясковая зона (clitellum). Развитие прямое.

Надкласс включает два класса: Малощетинковые (*Oligochaeta*) и Пиявки (*Hirudinea*).

Класс Малощетинковые - Oligochaeta

Класс подразделяется на два отряда: Люмбрикоморфы (*Lumbricomorpha*) и Наидоморфы (*Naidomorpha*).

Отряд Люмбрикоморфы - Lumbricomorpha

Представлен водными и наземными формами родов *Lumbricus* (*L. terrestris* — дождевой червь), *Eisenia*, *Megascolides*, *Branchiobdella* - «рачья пивка» - паразит пресноводных раков.

Отряд Наидоморфы - Naidomorpha

Преимущественно водные представители: *Tubifex tubifex* - трубочник, р. *Stylaria*, р. *Aelosoma* - планктонные формы. Из почвенных - р. *Enchytreus*.

Класс Пиявки — *Hirudinea*

Класс делится на два подкласса: Древние пиявки (*Archihirudinea*) и Настоящие пиявки (*Euhirudinea*).

Подкласс Древние пиявки — *Archihirudinea*

Примитивные пиявки, у которых на передних пяти сегментах имеются еще щетинки — последние остатки пароподий. Сохраняются целом и кровеносная система. Включает один отряд.

Отряд Щетинконосные пиявки - *Acanthobdellida*

Известны два представителя: *Acanthobdella peledina* паразит сиговых рыб и *A. livanovi* — паразитирует на гольце.

Подкласс Настоящие пиявки — *Euhirudinea*

Щетинок нет. Целом редуцирован, кровеносная система в значительной степени или полностью редуцирована. Включает два отряда: Хоботные пиявки (*Rhynchobdellida*) и Челюстные (*Gnathobdellida*).

Отряд Хоботные пиявки - *Rhynchobdellida*

Включает как свободноживущих, так и паразитических представителей, обитающих главным образом на рыбах. Характерной особенностью отряда является наличие *хоботка* - особого мускулистого органа, высовывающегося наружу через рот при нападении на жертву. Представитель: р. *Glossiphonia*.

Отряд Челюстные пиявки - *Gnathobdellida*

Хоботка нет. В ротовой полости имеется три мускулистых валика — *челюсти*, часто несущие хитиноидные зубчики. Представители: *Hirudo medicinalis* — медицинская пиявка, *Haemopis sanguisuga* — ложноконская пиявка.

ЗАНЯТИЕ 14

Тип Annelida – Кольчатые черви

Надкласс Aclitellata – Беспоясковые

Класс Polychaeta – Многощетинковые черви

Подкласс Errantia – Бродячие

Отряд Nereimorpha - Нереиморфы

Виды Нереида (*Nereis pelagica*)

Подкласс Sedentaria – Сидячие

Вид Пескожил (*Arenicola marina*)

Цель занятия – изучение морфофункциональных особенностей многощетинковых червей, связанных со средой обитания и образом жизни

Оборудование: влажные фиксированные многощетинковые черви в тубусах, микропрепараты среза нереиды.

Внешнее строение полихет на лабораторных занятиях изучают на примере нереиды (*Nereis pelagica*) и пескожила (*Arenicola marina*). Тело нереиды червеобразное, вытянуто в длину от 6 до 12 см, состоит из 80-100 сегментов (рис. 54).

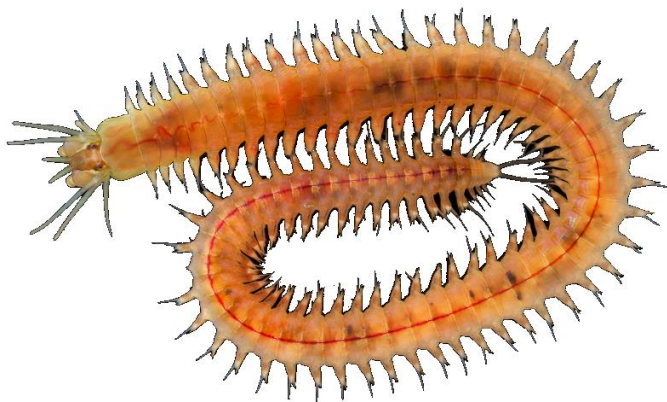


Рис.54. Внешний вид нереиды – *Nereis pelagica*

Тело подразделяется на головной конец, сегментированное туловище и анальную лопасть. Головной отдел образован простомием (головная лопасть) и перистомием. Простомием имеет треугольную форму. На переднем суженном его конце расположена пара щупалец, или антенн. По бокам располагается пара массивных двучлениковых палъп. На спинной поверхности простомиема хорошо различимы две пары глаз, а позади них — две *обонятельные ямки*. Все эти придатки выполняют рецепторные функции.

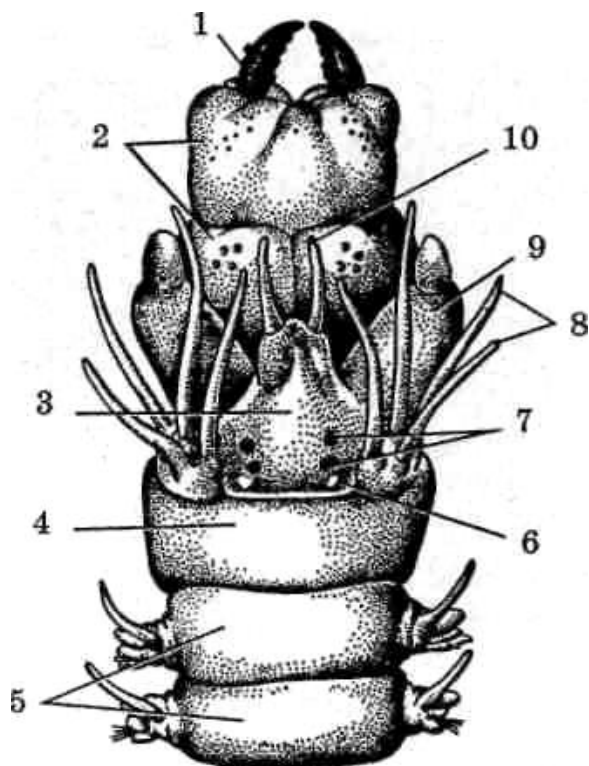


Рис. 55. Передний конец тела *Nereis pelagica* с выпяченным буккальным отделом (из сайта <https://studopedia.ru>): 1 - челюсти; 2 - буккальный отдел; 3 - простомиум; 4 - перистомием; 5 - сегменты; 6 - обонятельная ямка; 7 - глаза; 8 - усики; 9 - пальпы; 10 - антенны

Перистомуум образуется в результате слияния ротового и двух последующих сегментов. На переднем крае перистомуума находятся перистомальные усики (ц и р р и), обычно их три пары. На брюшной стороне перистомуума расположено ротовое отверстие. Иногда на нижней стороне головного отдела может хорошо выделяться вывернутый участок ротовой полости червя — ее б у к к а л ь н ы й отдел с парой мощных черных хитиноидных челюстей, серповидно изогнутых и несущих на внутренней поверхности мелкие зубчики.

Туловищный отдел включает большое число сегментов (до 80–100) однородно устроенных (т.е. гомономных) сегментов. По бокам туловищных сегментов расположены п а р а п о д и и — органы передвижения. П и г и д и у м — анальная лопасть, имеет конусовидную форму, лишен параподий. На заднем крае расположено анальное отверстие (рис.56).

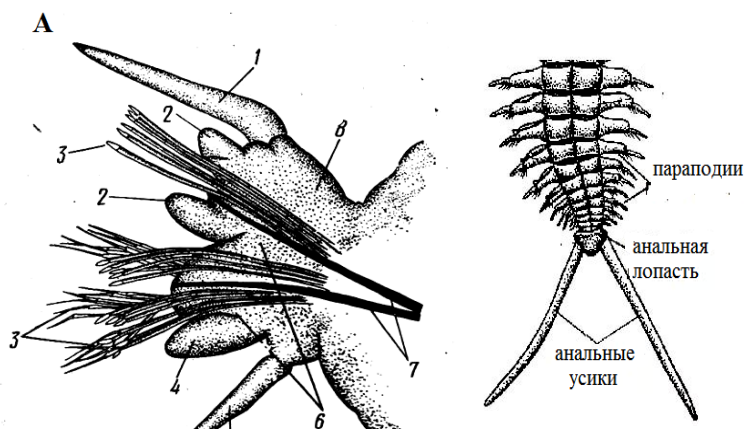


Рис.56. Параподия нереиды (А) и хвостовой конец (из Догеля): 1- спинной усик; 2- лопасти нотоподия; 3- щетинки; 4- лопасти невроподия; 5- брюшной усик; 6- невроподий; 7- ацикулы; 8- нотоподий

Параподии представляют собой мускулистые парные боковые выросты стенок туловищных сегментов (рис.56, А). Состоят из основания и двух ветвей – спинной (н о т о п о д и я) и брюшной (н е в р о п о д и я) с брюшным усиком. У многих видов полихет спинной усик превращается в перистые ж а б р ы.

Ветви параподий имеют неодинаковое число щетинок: на спинной стороне один пучок, а на брюшной – два. В каждой из ветвей щетинок выделяется одна мощная опорная щетинка – а ц и к у л а (рис.56, 7). Пучки веерообразных мышц, расположенных по бокам кожно-мускульного мешка, приводят в движение параподию, выполняющую роль органа, обеспечивающего передвижение в воде, ползание по грунту.

Кожно-мускульный мешок полихет на поверхности имеет тонкую кутикулу, образованную однослойным кожным эпителием. Под ним располагается кольцевая и продольная мускулатура. Продольные мышцы представлены четырьмя летами (две спинные и две брюшные).

Органами дыхания являются кожные покровы, обильно снабженные капиллярной системой, у некоторых имеются спинные кожные жабры.

Выделительная система представлена м е т а н е ф р и д и я м и. Отдельный метанефридий состоит из воронки, снабженной ресничками, извитым каналом, выделительным отверстием, открывающимся на брюшной стороне наружу. В каждом сегменте функционируют два метанефридия (рис. 57, 58).

Пескожил (*Arenicola marina*) в отличие от свободноживущей nereиды обитает в дугообразной норке, вырытой в прибрежной зоне отмели морей. Червь никогда не покидает своего жилища. Вода циркулирует в норке в результате перистальтического колебания тела животного. Кольца переднего конца шире задних (рис. 59).

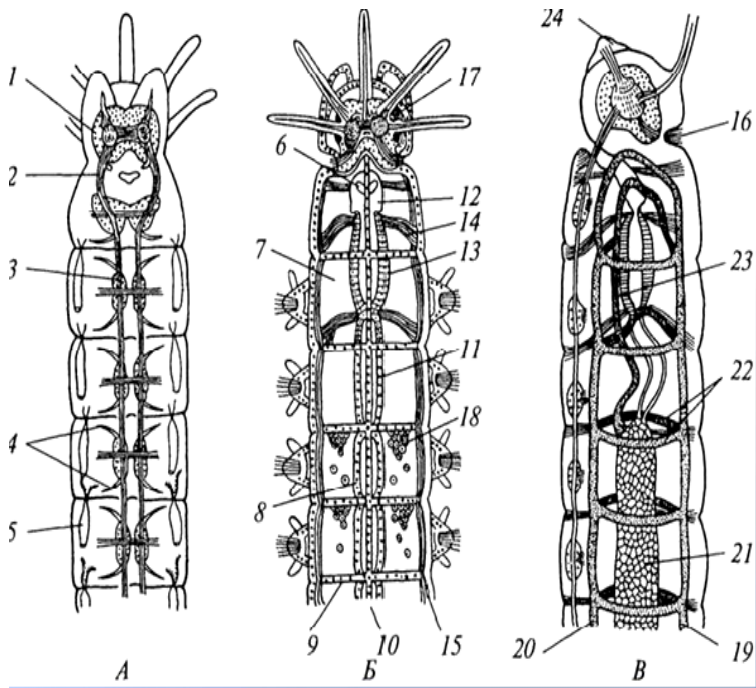


Рис.57. Схема строения полихет: А- нервная система и нефридии (вид с брюшной стороны); Б- кишечник и целом (вид со спинной стороны); В – нервная система, кишечник и кровеносная система (вид сбоку): 1- головной мозг; 2- окологлоточный коннектив; 3- ганглий брюшной нервной цепочки; 4- нервы сегмента; 5- нефридий; 6- рот; 7- целом; 8- кишка; 9- диссепимент; 10- мезентерий; 11- пищевод; 12- ротовая полость; 13- глотка; 14- мускулы-ретракторы глотки; 15- продольная мускулатура; 16- обонятельный орган; 17- глаз; 18- яичник; 19- и 20 – спинной и брюшной кровеносные сосуды; 21- сплетение сосудов на кишечнике; 22- кольцевой сосуд; 23- сосуд глотки; 24- палец

Поверхность тела пескожила бугорчатая, шероховатая, на середине тела видны кустистые наружные жабры (рис.59, 6). Простомииум очень маленький, слабо заметный.

В результате роющего образа жизни пескожил не имеет развитых локомоторных придатков.

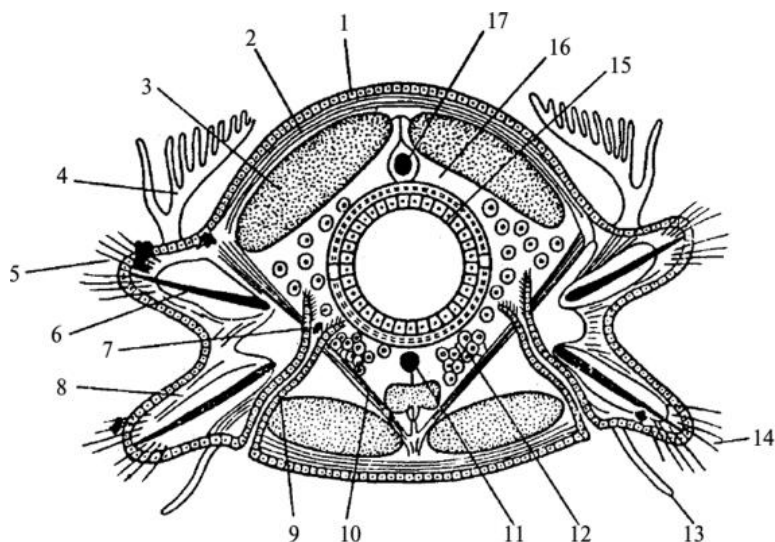


Рис.58. Поперечный срез многощетинкового червя (из сайта <https://bstudy.net>): 1- эпителий; 2- кольцевые мышцы; 3- продольные мышцы; 4- спинной усик (жабра); 5- нотоподия; 6- опорная щетинка (ацикула); 7- воронка нефридии; 8- невроподий; 9- канал нефридии; 10- косая мышца; 11- брюшной кровеносный сосуд; 12- яичник; 13- брюшной усик; 14- щетинки; 15- кишка; 16- целом; 17- спинной кровеносный сосуд

Из органов чувств простомииум снабжен обонятельной ямкой и органами зрения – г л а з а м и, расположенными на спинной стороне. На брюшной стороне перистомииума расположен рот. Очень часто на фиксированном материале впереди простомииума виден вывернутый *буккальный отдел*, представляющий собой начальную пищеварительную часть трубки с глоткой. В строении покровов тела пескожила наблюдается вторичная кольчатость. Каждому истинному сегменту соответствует пять наружных колец.

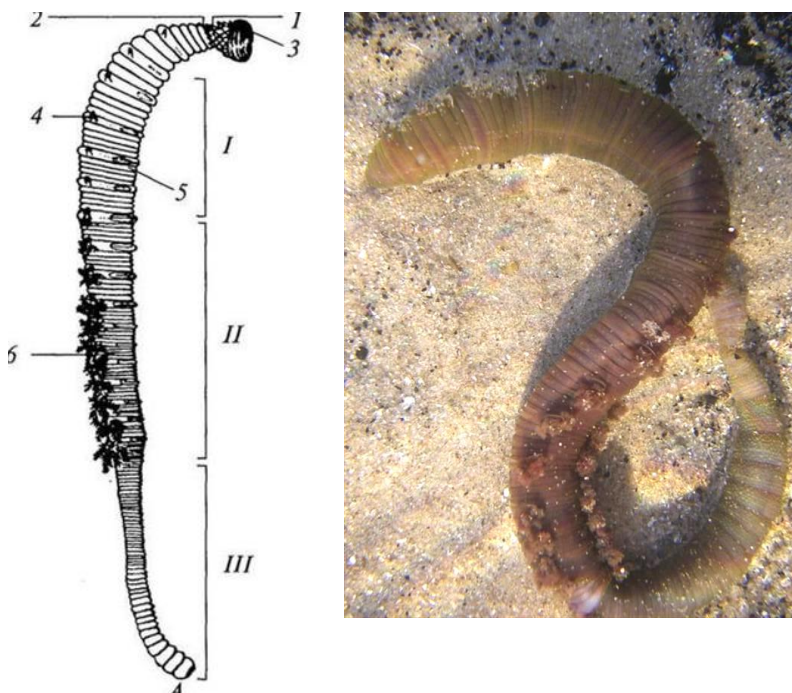


Рис. 59. Внешний вид пескожила *Arenicola marina* (из сайта pic3.zhimg.com): 1- простомииум; 2- перистомииум; 3- вывернутый буккальный отдел; 4- спинная ветвь параподии; 5- брюшная ветвь параподии; 6- жабры; 7- пучок щетинок; I – отдел тела с параподиями; II – отдел тела с параподиями и жабрами; III – хвостовой отдел

Задание 14

1. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним видом nereиды.

2. Сделайте рисунок внешнего вида *Nereis pelagica* и обозначьте отделы тела (головной, туловищный, анальную лопасть — пигидий). В головном отделе: простомииум; перистомииум; антенны; пальпы; перистомальные усики(ци-

ри); глаза. В туловищном отделе: сегменты, параподии. Укажите характер сегментации.

3. Зарисуйте поперечный срез полихеты. Обозначьте строение кутикулы, однослойного кожного эпителия, кольцевую и продольную мускулатуру, вторичную полость тела и расположенные в нем сосуды кровеносной системы, мезентерий, кишечник, нефридиальные каналы, брюшную нервную цепочку.

Вопросы для самоконтроля

1. Какими прогрессивными чертами организации обладают полихеты в сравнении с круглыми и плоскими червями?

2. Каковы особенности внешнего строения полихет?

3. Какой тип симметрии является главным у кольчатых червей?

4. Перечислите органы выделения у кольчатых червей.

5. Что такое сомит?

6. В каких процессах участвуют хлорогеновые клетки?

7. Охарактеризуйте тип нервной системы у кольчатых червей.

8. Опишите кровеносную систему у кольчатых червей.

9. Что такое параподия?

10. Что такое простомииум и перистомииум?

11. Что такое трохофора?

Объясните значение терминов

Ацикула, эпитокия, архитомия, диссипимент, мезентерия, капилляры, метамерия, метанефридии, трохофора, метатрохофора, нектохета, мезодерма, нотоподия, невроподия, параподия, метагенез.

ЗАНЯТИЕ 15

Тип Annelida – Кольчатые черви
Надкласс Clitellata – Поясковые
Класс Oligochaeta – Малощетинковые
Отряд Lumbricomorpha - Высшие олигохеты
Семейство Lumbricidae - Люмбрициды
Вид Дождевой червь (*Lumbricus terrestris*)

Цель занятия – изучение особенностей морфологии и анатомии дождевого червя в связи с роющим образом жизни, освоение методов анатомирования кольчатых червей.

Оборудование: микроскоп, микропрепараты внутреннего строения червей, живые экземпляры дождевого червя, лист белой бумаги, лупы.

Малощетинковые черви отличаются слабой выраженностью головного отдела, лишенного органов чувств, у них редуцируются пароподии, от которых сохраняются в каждом сегменте лишь немногочисленные щетинки.

Дождевой, или земляной, червь - обычный обитатель почв здесь черви роют вертикальные норы, или ходы глубиной 1-2 метра. Питаются дождевые черви полусгнившими растительными остатками. У дождевого червя (*Lumbricus terrestris*) гомономная сегментация тела, не выражен головной отдел (рис. 60, А, Б). Туловищный отдел состоит из большого числа (110-180) сегментов, более крупных в передней части тела.

Каждый туловищный сегмент несет по четыре пары щетинок: две боково-брюшные и две боково-спинные. Вдоль тела щетинки расположены правильными рядами.

Сегменты более длинные на переднем заостренном конце тела. Окраска тела может быть темно-красной или буроватой.

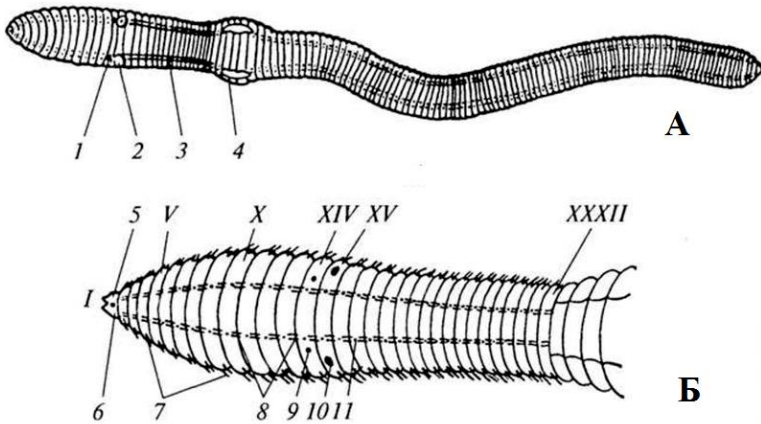
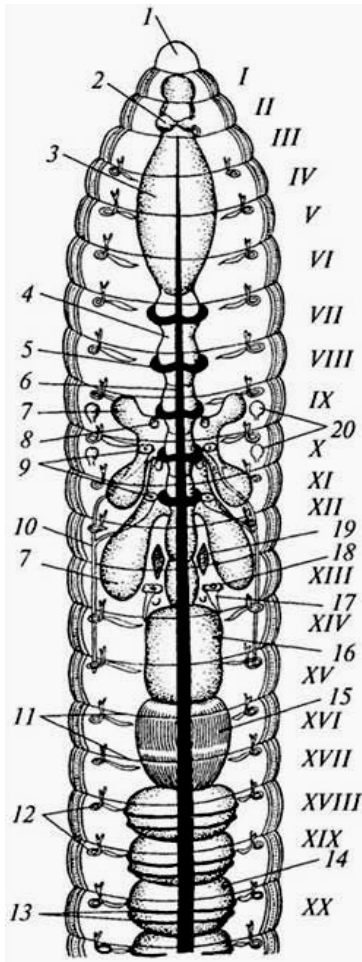


Рис.60. Внешнее строение дождевого червя (из studfile.net): А- вид с брюшной стороны; Б – передний конец тела (вид с брюшной стороны) 1- женское половое отверстие (А); 2- мужское половое отверстие; 3- желобок между мужским половым отверстием и пояском; 4- поясок; 5- рот; 6- перистомиум; 7- боковые щетинки; 8 – брюшные щетинки; 9 – женское половое отверстие (Б); 10- мужское половое отверстие (Б); 11 – отверстие метанефридиев. Римскими цифрами обозначены сегменты тела

Спинная сторона окрашена интенсивнее брюшной стороны. На туловище отсутствуют параподии.



Простомии (орган осязания и обоняния) у дождевого червя имеет вид маленькой лопасти (рис. 61, 1) и прикрывает со спинной стороны, расположенное на брюшной стороне первого сегмента – простомииа, ротовое отверстие.

Рис.61. Внутреннее строение дождевого червя (по Вурмбаху):1- простомииум; 2- церебральные ганглии; 3- глотка; 4- пищевод; 5 –боковые сердца; 6- спинной кровеносный сосуд; 7- семенные мешки; 8- семенники; 9- семенные воронки; 10- семяпровод; 11- диссепименты; 12- метанефридии; 13- дорсосубневральные сосуды; 14- средняя кишка; 15- мускулистый желудок; 16- зуб; 17- яйцевод; 18- яйцевые воронки; 19- яичник; 20-семяприемники. Римскими цифрами обозначены сегменты тела

Тело заканчивается анальной лопастью – п и г и д и у м о м, которая несет анальное отверстие.

У крупных половозрелых червей хорошо заметно в передней трети тела, между 32-м и 37-м сегментами — утолщение кожных покровов — п о я с о к (*clitellum*). На поя-

ске многочисленны железистые клетки, которые выделяют слизь, образующую муфточку, в которой происходит оплодотворение, а затем и кокон, где развивается молодь. В связи с тем, что наблюдается концентрация полового аппарата в определенных сегментах тела и с наличием в туловищном отделе пояска у олигохет имеет место вторичная гетерономная сегментация.

На брюшной стороне 14-го сегмента можно увидеть пару маленьких округлых женских половых отверстий, а на 15-м – пару мужских половых отверстий в виде поперечных щелей (рис. 62).

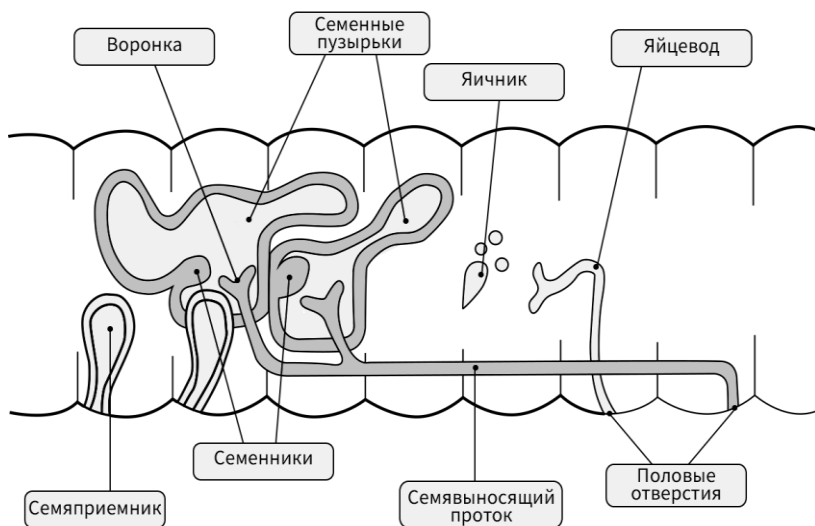


Рис.62. Половая система дождевого червя *Lumbricus terrestris*
(из [http:// biologiya 8.adu, by](http://biologiya.8.adu.by))

В бороздках между 9 и 10-м и 10 и 11-м сегментами расположены отверстия двух пар семяприёмников. От мужских половых отверстий до пояска тянутся лежащие снаружи от брюшных щетинок семенные бороздки, по которым выделяемая семенная жидкость поступает к пояску.

Анальная лопасть, или п и г и д у м, лишена щетинок, несет анальное отверстие.

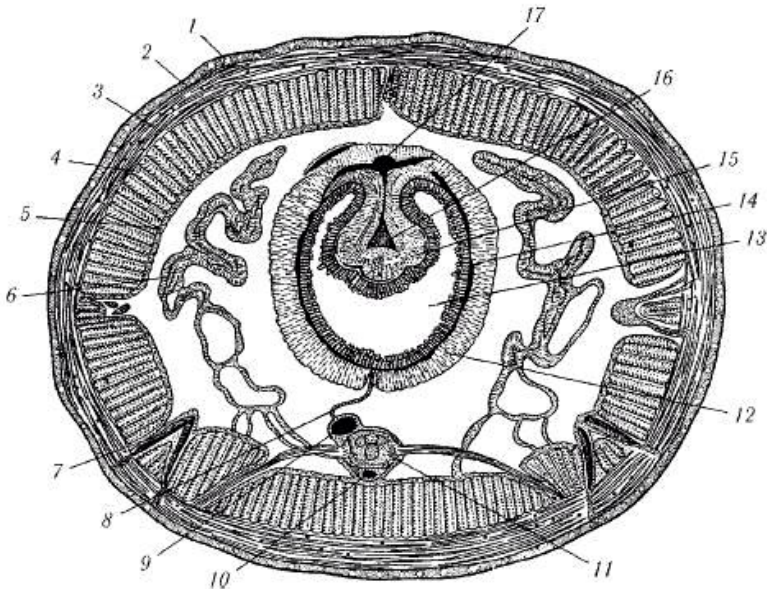


Рис. 63. Поперечный разрез средней части тела дождевого червя (из <http://toruch.ru>): 1 - кутикула; 2 - эпидермис; 3 - слой кольцевой мускулатуры; 4 - слой продольной мускулатуры; 5 - целомический эпителий; 6 - метанефридий; 7 - щетинка; 8 - мезентерий; 9 - брюшной сосуд; 10 — субневральный сосуд; 11 - брюшная нервная цепочка; 12 — хлорогенные клетки; 13 - полость кишки; 14 - сосудистый плексус; 15 - тифлозоль; 16 - сосуд тифлозоля; 17 - спинной сосуд

У половозрелых особей сперматозоиды поступают из семенников в семенные мешки (через капсулы), где они созревают. Через половые воронки они движутся по семяпротокам и семяпроводам к наружному половому отверстию. При копуляции черви прикладываются друг к другу брюшными сторонами передних концов тела так, что поясok одного приходится против отверстий семяприемников (9 и 10-е сегменты) другого. Семенная жидкость, выступающая из мужского полового отверстия (на 15-м

сегменте), гонится по семенным бороздкам на брюшной стороне тела вплоть до пояска и здесь засасывается семяприемниками другой особи. Сперма сохраняется в семяприемниках и используется позднее для оплодотворения яиц. После копуляции, яйцеклетки по выходе из яичника попадают в женскую половую воронку и по короткому яйцеводу - наружу. Здесь они встречают особую слизистую массу, охватывающую тело кольцом и формирующую кокон; она вырабатывается эпителием пояска. Слизистое кольцо, сползая с тела через передний конец тела, скользит мимо отверстий семяприемников, из которых выступают сперматозоиды, оплодотворяющие яйцеклетки. Кокон разбивается в почве.

Общий вид расположения внутренних органов, включая половую систему, представлен на рисунке 63.

По периферии среза лежит мощно развитый кожно-мышечный мешок, центральное положение в срезе занимает кишечник (рис. 63). Полость тела – целом, хорошо развит. Стенка тела (кожно-мышечный мешок) образована следующими элементами: тонкой кутикулой (обычно она невидна, так как сходит во время фиксации червя), однослойным покровным эпителием, кольцевой мускулатурой и толстым слоем продольной мускулатуры (рис. 63). Мощность мускулатуры определяется роющим образом жизни дождевых червей, способных уходить в почву на глубину 2 м и более.

Мышечные клетки лежат пристенно в узких камерах, ориентированных перпендикулярно к поверхности тела. Со стороны полости тела продольная мускулатура выстлана *перитонеальным эпителием* – ц е л о т е л и е м. Эпителиальная выстилка характерная черта целома.

Слой продольной мускулатуры разбит на несколько полей, границами между ними являются ряды щетинконосных мешочков и спинная линия. Сами щетинки тоже могут быть видны, если по ним прошла плоскость среза. Основания щетинок глубоко уходят в толщу кожно-мускульного мешка (рис.63, 7).

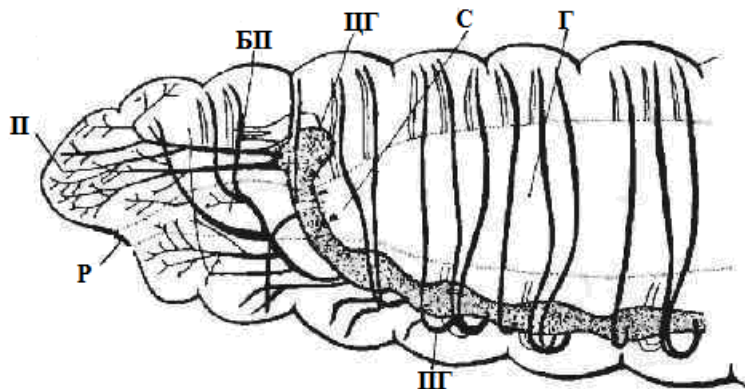


Рис. 64. Передняя часть нервной системы дождевого червя *Lumbricus terrestris* (из Hess. 1925): БП – буккальная полость; Г – глотка; П – простомииум; ПГ- под пищеводный ганглий; Р – рот; С – стоматогастрическая, или рото-желудочная нервная система; ЦГ – церебральный ганглий

Далее следует внимательно рассмотреть стенку кишечника. Снаружи он одет *хлорогогенной тканью* (рис.63, 12), собственно стенка кишечника образована однослойным эпителием, кнаружи от него располагается кишечная мускулатура.

На спинной стороне кишечника среди хлорогогенных клеток виден срез спинного кровеносного сосуда, а под кишечником срез брюшного сосуда, связанного со стенкой кишечника мезентерием. Это два главных продольных сосуда кровеносной системы. В *тифлозоле* проходит сосуд тифлозоля.

На брюшной стороне тела - брюшная нервная цепочка (рис.64) и идущий вдоль нее кровеносный сосуд. По бокам от кишечника расположены срезы разных участков метанефридиев (от греческих: *мета* - позднейший) (рис.63, б).

Выделительную систему образуют многочисленные парные органы — м е т а н е ф р и д и и, которые поsegmentно расположенные в полости тела. Небольшая воронка метанефридия — н е ф р о с т о м (от греческих: *нефрос* - почка, *стома* - рот) обращен в полость тела; края ее усажены мерцательными ресничками (рис. 61, 12).

От нефростома отходит узкий канал, пронизывающий септу; в полости следующего кзади сегмента он образует несколько петель и открывается наружу выделительным отверстием - н е ф р о п о р о й (от греческих: *нефрос* - почка, *порос* - проход). Нефридиальный канал снабжен ресничками и погружен в особую оболочку - тело метанефридия, состоящее из целомического эпителия, пронизанного густой сетью кровеносных сосудов. Отбросы (мочевина, аммиак), образующиеся в клетках тела в результате расщепления сложных органических соединений, извлекаются стенками нефридиального канала из крови в капиллярной сети почки; согласованным действием ресничек целомическая жидкость, а вместе с ней и экскреты, гонятся к выводному отверстию - нефропоре.

Порядок вскрытия дождевого червя

1. Перед усыплением червя, проводят описание внешней морфологии (количество сегментов, длина, толщина, характер головной лопасти, цвет тела и т.д.).

2. Червь усыпляется в десятипроцентном спирте, и после прекращения движений помещается в препаровальную ванночку.

3. Вскрытие проводится со спинной (более тёмной) стороны тела.

4. Булавками прикрепляются передний и задний концы тела ко дну ванночки, также тело закрепляется булавкой позади пояса.

5. Ножницами или лезвием бритвы делается продольный разрез покровов в передней трети тела (до пояса) по середине спинной стороны. Делая разрез необходимо правильно рассчитать силы с тем, чтобы не повредить кишечник и, тем более, брюшную стенку тела.

6. Края разреза закрепляются булавками на дне ванночки.

7. Для лучшего расправления внутренних органов вскрытого червя заливают водой.

8. Проведя осмотр спинного кровеносного сосуда и кишечника, отвести последний в сторону и рассмотреть полость и нервную системы.

Задание 15

1. Рассмотрите на живом дождевом черве окраску, форму тела, головной, туловищный и хвостовой отделы, брюшную и спинные стороны, щетинки их расположение, поясок, изучите способы движения червя на бумаге. Зарисуйте внешнее строение дождевого червя. Обозначьте простомииум, перистомииум, пигидиум, ряды щетинок, мужские и женские половые отверстия, поясок, количество в нём члеников.

2. Рассмотрите микропрепарат поперечного среза дождевого червя при малом увеличении микроскопа. Изучите строение покровов, мышечную систему, щетинки, полость тела, пищеварительную, кровеносную и нервную системы. Зарисуйте поперечный срез дождевого червя в области кишечника.

3. Заполните таблицу 8.

Таблица 8.

Элементы сравнения	Нереида	Дождевой червь
Составные элементы головного отдела		
Простомииум – его строение и придатки		
Перистомииум – его строение и придатки		
Органы передвижения и их придатки		
Мышечная глотка, строение и назначение		
Тифлозоль, ее положение и функции		
Функция целомической жидкости		
Наличие известковых желез их расположение и функции		
Раздельнополые или гермафродиты		
Расположение пояска на теле		
Развитие прямое или с метаморфозом		
Клетки, содержащиеся в полостной жидкости		
Среды не благоприятные для жизни		

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы отличительные особенности в строении олигохет и полихет?

2. Наблюдается ли отличие в строении кожно-мускульного мешка малощетинковых и многощетинковых червей?
3. Чем отличается первичная полость от вторичной полости?
4. Перечислите особенности дождевого червя, связанные со средой его обитания?
5. Каково биологическое значение кольчатых червей в водных биоценозах?
6. Какие системы органов впервые появились у кольчатых червей в процессе эволюции?
7. Где и в каком состоянии находятся дождевые черви зимой?
8. Как размножаются дождевые черви?
9. В каких сегментах располагается половая система дождевого червя?
10. Где располагается поясok дождевого червя и какую функцию он выполняет?
11. Из чего формируется «муфта»?
12. Какова функция семяприемников?
13. Какую функцию выполняют половые воронки?

Объясните значение терминов

Простомиум, перистомиум, пигидиум, диссепимент, мезентерии, зоб, хлорогенные клетки, метанефридии, тифлозоль, регенерация, целомический эпителий, железистый поясok, клителлум, кольцевые сердца, известковые железы, «муфта», половые воронки, семенные капсулы, семенные мешочки, семяприемники.

ЗАНЯТИЕ 16

Тип Annelida – Кольчатые черви

Надкласс Clitellata – Поясковые

Класс Hirudinea – Пиявки

Подкласс Euhirudinea – Настоящие пиявки

Отряд Gnathobdellida – Челюстные пиявки

Вид Медицинская пиявка (*Hirudo medicinalis*)

Цель занятия – изучение морфофизиологических особенностей пиявок, связанные с их образом жизни и характером питания.

Оборудование: пиявки в воде, тубус с вскрытой медицинской пиявкой микроскоп, лупа, иглы, чашка Петри, линейка, пинцеты.

Медицинская пиявка – эктопаразит и хищник. Образ жизни определил ряд особенностей ее внешней и внутренней организации. Живые медицинские пиявки используются для лечебных целей и приобретаются в аптеках. Но поскольку они являются переносчиками ряда инфекционных заболеваний человека, поэтому в настоящее время для медицинского использования их не отлавливают, как прежде, в природе, а разводят в лабораторных условиях.

Медицинская пиявка имеет характерную темную оливково-зеленую окраску, на фоне которой вдоль спины тянутся желто-оранжевые полосы. Размеры тела и форма изменяются в зависимости от сокращения. Двигается пиявка волнообразно, плавно, наличие задней присоски позволяет ей оставаясь прикрепленной продолжать совершать волнообразное движение. Пиявка способна передвигаться не только в воде, но и по твердому субстрату. Такое движение называется «шаганием».

Тело пиявки уплощено в спинно-брюшном направлении, причем брюшная сторона более плоская. Поверхность тела узкокольчатая. Внешняя кольчатость не соответствует внутренним, т.е. истинной сегментации животного. Каждому истинному сегменту пиявки соответствует 5 наружных колец. Такая вторичная кольчатость обеспечивает телу пиявок большую гибкость. Отличительная черта в строении у пиявок – полное отсутствие щетинок на поверхности тела а также редукция вторичной полости, которая характерна для кольчатых червей – у пиявок пространство между органами заполнено соединительной тканью - п а р е н х и м о й (рис.65, А, Б).

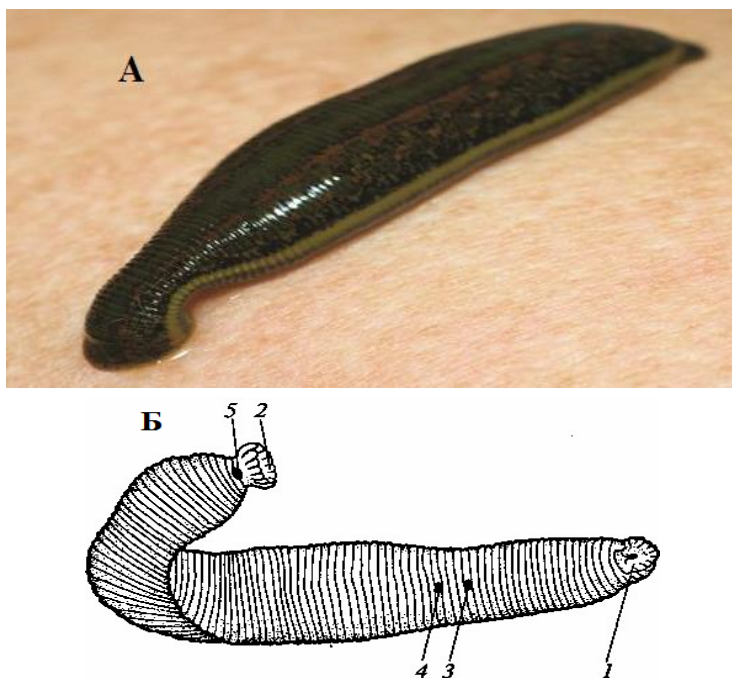


Рис. 65. Внешний вид медицинской пиявки (из e-lib.gasu.ru; cardio-help.ru): А-Б – 1- ротовая присоска; 2- задняя присоска; 3- муж-

ское половое отверстие; 4- женское половое отверстие; 5 – анальное отверстие

На переднем конце тела расположена передняя, или р о т о в а я п р и с о с к а, на противоположном конце – большая по размерам з а д н я я п р и с о с к а (рис. 66).



Рис. 66. Вид передней, или ротовой присоски *Hirudo medicinalis* (из e-lib.gasu.ru): на дне присоски видно ротовое отверстие трехгранной формы

Ротовая присоска своим углублением обращена на брюшную сторону, на ее дне расположено ротовое отверстие трехгранной формы. Задняя присоска округлая, выгнутостью также обращена на брюшную сторону. Она служит для прикрепления к субстрату, связи с пищеварительной системой не имеет.

На брюшной стороне не далеко от переднего конца тела медианно (посередине), одно за другим, видны непарные половые отверстия – мужское (переднее) и женское (заднее) (рис. 65, Б).

Снаружи тело пиявки покрыто однослойным эпителием, под которым располагается слой диагональных и продольных мышц (рис. 67). По степени развития мускула-

туры тела пиявки среди беспозвоночных животных занимают первое место (65% от общего объема тела).

Тело пиявок паренхиматозное, поэтому срез пиявок похож срезом плоских червей (рис.67).

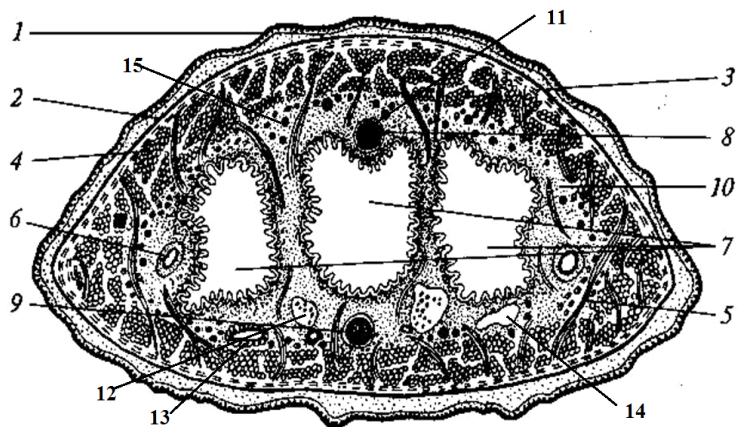


Рис. 67. Поперечный срез пиявки (из сайта [https:// cf ppt-online.org/](https://cfppt-online.org/)): 1- кожный эпителий; 2- кольцевая мускулатура; 3 – диагональная мускулатура; 4 – продольная мускулатура; 5 – дорсовентральные мышцы; 6 – боковая лакуна; 7 – кишечник; 8 – спинная лакуна; 9 – брюшная лакуна с нервной цепочкой; 10 – паренхима; 11- спинной лакунарный канал, относящийся ранее кровеносной системе; 12 – семенник; 13 – нефридий; 14 – мочевого пузыря; 15 – ботриоидная ткань

Сходство усиливают проходящие в паренхиме спинно-брюшные пучки мускульных волокон (рис. 67, 5). Средину среза занимают желудок и его боковые карманы. В паренхиме расположены лакуны – *спинная, брюшная и две боковые*. Это рудименты целома. Они имеют мускульные стенки и выполняют функцию кровеносных сосудов (рис.67, 8, 11), которые у медицинской пиявки редуцированы. Внутри брюшной лакуны находится брюшная нервная цепочка. Под желудком виден срез разных участков выделительных и половых органов (рис. 67, 12-14).

В переднем конце пиявки находится плотная мускулистая *глотка*, от которой к стенкам тела радиально отходят мускулистые волокна (рис. 68 2). Глотка переходит в желудок, являющийся отделом средней кишки. Он имеет 11 парных боковых карманов, из которых первая пара часто рудиментарна, а последняя - самая длинная и тянется до заднего конца тела. *Желудок* служит резервуаром для всасываемой крови, за что его часто называют *зобом*.

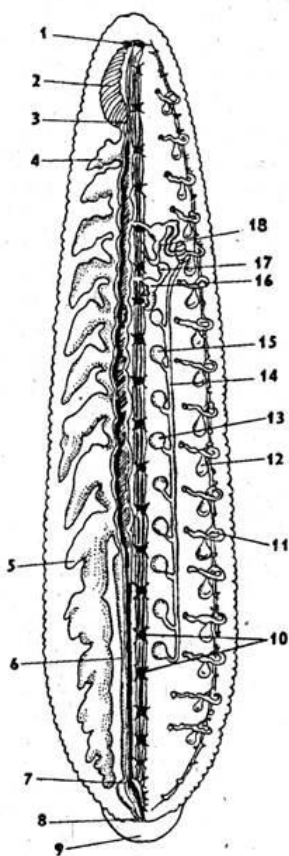


Рис.68. Внутреннее строение медицинской пиявки (по Вурмбаху): 1- церебральные ганглии; 2- глотка; 3- пищевод; 4- передний карман желудка; 5- задний карман желудка; 6- средняя кишка; 7- задняя кишка; 8- анус; 9- задняя присоска; 10- ганглии; 11- метанефридии; 12- мочевого пузыря; 13, 15- семенные мешки; 14- семяпровод; 16- влагалище; 17- яйцевой мешок; 18- копулятивный орган

Собственно, средняя кишка представляет собой короткий тонкий участок кишечника, располагающийся между последней парой карманов желудка, где осуществляется пищеварение и всасывание. Задняя кишка короткая и слегка расширенная, открывается над задней присоской анусом.

Лакунарная система (рис.67, 6, 8,9,11) у пиявок функционально замещает кровеносную систему. Под кишечником располагается брюшной лакунарный канал, окружающий брюшную нервную цепочку и образующий небольшие расширения около ганглиев. Лучше всего выражены боковые лакуны по бокам от кишечника благодаря развиту в их стенках мускулатуры, обеспечивающей пульсацию боковых лакун. Остальные промежутки между внутренними органами и стенками тела заняты паренхимой.

Выделительная система представлена 17 парами метанефридий, которые располагаются на 6–22-м сегментах. Они связаны с боковыми лакунами внутренней воронкой, от которой отходит длинный, петлевидно извивающийся канал, который заканчивается выводной порой (рис.68, 11).

Нервная система представлена брюшной нервной цепочкой, лежащей в брюшном лакунарном канале. Соответственно слившимся сегментам, образующим переднюю и заднюю присоски, подглоточный ганглий состоит из четырех пар слившихся нервных узлов, задняя ганглиозная масса включает семь узлов. Над глоткой на уровне шестого сегмента расположены надглоточные ганглии (рис.68, 1).

Половая система пиявок гермафродитная. Мужская половая система представлена девятью парами семенников, от которых отходят семенные протоки, сливающиеся в два боковых семяпровода. В передней части тела семяпроводы образуют семенные пузырьки, в которых накапливается сперма. Соединяясь, семяизвергательные протоки пронизывают *совокупительный орган* (циррус) и открываются половым отверстием. Женская половая система состоит из двух яичников, располагающихся позади мужского полового отверстия. От яичников отходят парные яйцеводы, объединяющиеся в непарное петлевидное влагалище, открывающееся снаружи женским половым отверстием.

Задание 16

1. Заполните таблицу 9.

Таблица 9.

Элементы сравнения	Полихеты	Олигохеты	Пиявки
Головной отдел. Составные элементы			
Простомиум, его строение и придатки			
Перистомиум, его строение и придатки			
Пигидий, его строение и расположение			
Дополнительные органы движения (параподии, щетинки, присоски), их строение и расположение			
Сегментация тела			
Метамерия во внешнем строении			

2. Изучите на микропрепаратах поперечный разрез тела медицинской пиявки *Hirudo medicinalis*. Сделайте рисунок поперечного среза тела медицинской пиявки и обозначьте: кожный эпителий; кольцевая мускулатура; диагональная мускулатура; продольная мускулатура; дорсовентральная мускулатура; дорсовентральная мускулатура; дорсовентральная мускулатура; дорсовентральная мускулатура.

тральные мышечные волокна; боковой лакунарный канал; боковые карманы желудка; желудок; нефридии; брюшной канал с брюшной нервной цепочкой; ботриодная ткань; мочевой пузырь; спинной лакунарный канал; паренхима.

3. Ответьте на следующие вопросы.

- По каким систематическим признакам можно определить видовую принадлежность пиявок?
- Как осуществляется дыхание у щетинконосных, хоботных и челюстных пиявок?
- Почему кровеносная система пиявок не замкнута?
- Какое значение имеет кожно-мускульный мешок пиявок?
- Какие изменения возникли в строении пищеварительной системы пиявок в связи с паразитическим типом питания?
- У какого класса кольчатых червей наиболее развита мускулатура? С чем это связано?
- Какой тип развития у пиявок?

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности внешнего строения пиявок?
2. Как взаимосвязаны полость тела и кровеносная система пиявок?
3. Как изменяется строение пищеварительной системы в пределах класса Пиявки?
4. Каковы особенности строения нервной системы и органов чувств пиявок?
5. В чем отличия хоботных и челюстных пиявок?
6. Каковы особенности размножения и развития пиявок?

Объясните значение терминов

Гирудин, бокаловидные органы, кокон, эктопаразиты, дорсовентральное направление, кутикула

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО ТЕМЕ «ЧЕРВИ»

1. Общие черты в организации червей, принцип деления их на высших и низших.
2. Общая характеристика типа плоские черви.
3. Организация турбеллярий как свободноживущих плоских червей.
4. Особенности сосальщиков, вызванные приспособлением к паразитизму.
5. Жизненный цикл печеночной и кошачьей двуусток. Явление гетерогонии.
6. Моногенетические сосальщики (особенности морфологии и развития).
7. Особенности организации ленточных червей. Членистость тела лентецов и ее трактовка.
8. Жизненные циклы солитеров, отличие в биологии свиного и бычьего.
9. Жизненный цикл и особенности строения широкого лентеца.
10. Типы финн цестод. Особенности строения и развития эхинококка.
11. Происхождение эндопаразитизма у плоских червей (на примере лягушачьей многоустки).
12. Происхождение турбеллярий и филогения плоских червей.
13. Тип немертины, экология и основные черты строения. Черты, связывающие немертин с плоскими червями и признаки более высокой организации.
14. Общая характеристика первичнополостных червей. Особенности строения первичнополостных червей на примере аскариды.
15. Жизненный цикл аскариды, острицы, трихины.
16. Общая характеристика брюхопесочных червей.

17. Общая характеристика кольчецов как высших червей.
18. Особенности организации и экологии полихет.
19. Особенности строения олигохет на примере дождевого червя. Биология и хозяйственное, значение дождевых червей.
20. Основные черты организации и биологии пиявок.
21. Личинка многощетинковых червей, ее строение и метаморфоз.
22. Морфофункциональная характеристика целома и его преобразования в различных группах кольчецов.
23. Филогения кольчецов. Гипотезы происхождения целома.

**Подраздел СОЕЛОМАТА - ЦЕЛОМИЧЕСКИЕ
(=ВТОРИЧНОПОЛОСТНЫЕ)
Надтип ТРОСНОЗОА – ТРОХОФОРНЫЕ
(ЧЛЕНИСТЫЕ)
Тип ARTHROPODA – ЧЛЕНИСТОНОГИЕ**

Среди всех животных Членистоногие являются самым большим по числу видов типом. Представителям данного типа свойственно огромное морфофункциональное разнообразие. Строение членистоногих имеет ряд общих черт, позволивших им заселить самые разнообразные среды и достичь современного разнообразия.

- Тело членистоногих, как и у кольчатых червей, состоит из сегментов, но в отличие от аннелид членистоногие обладают гетерономной сегментацией. Т.е. сегменты схожие морфологически и функционально объединены в более крупные образования – т а г м ы - отделы (голова, грудь, головогрудь, брюшко). Наиболее постоянная из всех тагм – это голова, которая в основном состоит из акрона и четырех сегментов. Сегментарный состав других тагм сильно варьирует в разных группах членистоногих
- На каждом сегменте исходно имеется по одной паре *членистых конечностей*, являющихся производными парapedий кольцецов. Конечности, расположенные в разных отделах, выполняют разные функции – прием пищи, передвижение, дыхание, органы чувств, половые придатки и т.д.
- Отличительной особенностью членистоногих является наличие жёстких нерастяжимых покровов – х и т и н о в о й к у т и к у л ы, выполняющей роль наружного скелета. Кутикула наземных членистоногих трехслойная, а у первичноводных – двухслойная. Из-за наличия нерас-

тяжимой кутикулы рост членистоногих сопровождается линьками.

- У членистоногих сплошного кожно-мышечного мешка нет. Мускулатура у них представлена отдельными пучками поперечнополосатых мышц. Наиболее развиты локomotorные (отвечающие за передвижение) мышцы.
- Членистоногие целомические животные, но в процессе эмбриогенеза происходит слияние первичной полости тела с целомом, образуется смешанная полость тела – м и к с о ц е л ь. Полостная жидкость представлена гемолимфой. Полость тела не сплошная, а разделена двумя диафрагмами на синусы: перикардиальный (верхний), висцеральный (средний), периневральный (нижний). *Остатки целома сохраняются в гонадах и почках.*
- Пищеварительная система полная. В разных группах членистоногих пищеварительная система может иметь свои особенности.
- Основные органы выделения членистоногих – это видоизмененные ц е л о м о д у к т ы (протоки целома, открывающиеся наружу) и *мальпигиевы сосуды*. У членистоногих имеются и дополнительные органы выделения.
- Для водных представителей артропод характерно ж а б е р н о е д ы х а н и е. Наземные формы дышат либо *легкими*, либо т р а х е я м и. У мелких форм специализированные органы дыхания могут отсутствовать, в этом случае дыхание осуществляется всей поверхностью тела.
- *Кровеносная система незамкнутая*. Самый крупный кровеносный сосуд – спинной, который преобразовался в с е р д ц е. Сердце имеет камеры, из сосудов гемолимфа изливается в синусы миксоцеля. Часто наблюдается обратная зависимость в развитии кровеносной и

- дыхательной систем, у мелких форм, дышащих всей поверхностью тела, кровеносная система редуцируется.
- *Нервная система* состоит из надглоточных ганглиев, образующих **г о л о в н о й м о з г** (в исходном состоянии имеет три отдела – *прото-, дейто- и тритоцеребрум*), окологлоточных коннективов и *брюшной нервной цепочки*. В примитивном состоянии брюшная нервная система имеет вид *лестницы*.
 - Органы чувств развиты очень хорошо и представлены органами зрения (простые и сложные глаза), хеморецепции (обоняния, вкуса), слуха, равновесия, осязания.
 - Членистоногие размножаются только половым путем, половые железы парные. В основном членистоногие *раздельнополые*, очень редко встречается *гермафродитизм*. Развитие прямое или с метаморфозом.
 - Для всех артропод во внешнем и внутреннем строении наблюдаются процессы олигомеризации – уменьшение количества члеников тела, концентрация нервной цепочки со слиянием ганглиев, укорочение сердца и т.д.

Тип ARTHROPODA - ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Тип подразделяется на четыре подтипа: Трилобитообразные (*Trilobitomorpha*) — вымершие, Жабродышащие (*Branchiata*), Хелицеровые (*Chelicerata*), Трахейнодышащие (=Трахейные) (*Tracheata*).

Подтип Жабродышащие - BRANCHIATA

Это водные членистоногие, дышащие с помощью жабр. У представителей данного подтипа сегментарный состав их тела, строение, биология разнообразны. К этому подтипу принадлежит всего один класс - Ракообразные (*Crustacea*).

Несмотря на множество диагностических признаков, которые позволяют отличать ракообразных от других гр-

ушп членистоногих, например, наличие 2-х пар антенн, двуветвистых конечностей, жабр, не так просто найти ясные структуры, указывающие на монофилию (формирование от единого корня) этой группы. После внимательного изучения остаётся только два таких признака: 1) сложный меданный *науплиальный* (личиночный) глаз; 2) две пары нефридиев, одна из которых открывается наружу в сегменте антенн II, а другая – в сегменте максилл II.

Класс Ракообразные — *Crustacea*

Ракообразных в основном по морфологическим признакам характеризуют как Низшие раки – *Entomostraca* (от греческих: *энтомон* – насекомое, *остракон* – раковина) и Высшие раки – *Malacostraca*.

Признаки *низших раков* – наличие небольших размеров, (длина один или несколько миллиметров), более или менее значительного числа сегментов, и абдомена, т.е. брюшка, лишённого конечностей и заканчивающегося ф у р к о й (вилочкой).

Высшие раки имеют сравнительно крупные размеры, им свойственно постоянное число сегментов тела, посегментно расположение конечностей на груди и на брюшке, отсутствие фурки, наличие полового отверстия на 6-м сегменте груди у самок и на 8-м – у самцов.

По современной классификации Класс Ракообразные включает семь подклассов: Жаброногие (*Branchiopoda*), Листоногие (*Phyllopoda*), Веслоногие (*Copepoda*), Жаброхвостые (= Карповые вши или Карпоеды) (*Branchiura*), Максиллоподы (*Maxillopoda*), Ракушковые (*Ostracoda*), Высшие раки (*Malacostraca*).

Ранее Листоногие (*Phyllopoda*), Веслоногие (*Copepoda*) и Жаброхвостые (= Карповые вши) (*Branchiura*) классифицировались как отряды.

Подкласс Жаброногие - *Branchiopoda*

По своему строению это самые примитивные ракообразные с непостоянным числом сегментов. Голова и грудные сегменты не срослись. Голова — п е р в и ч н а я (*протоцефалон*). Листовидные мультифункциональные грудные конечности выполняют функции движения и захвата пищи.

Они имеют сложные глаза и непарный науплиусов глаз. Брюшной отдел без конечностей. Тельсон на конце с вилочкой. *Почки максиллярные*. Развитие с метаморфозом, т. е. образуется личинки — *науплиус и метанауплиус*. Нередко развитие прямое. К подклассу Жаброногих относится один отряд — Жаброногие (*Anostraca*).

Отряд Жаброногие - *Anostraca*

Примитивные ракообразные с длинным, почти гомономно сегментированным телом без головного щита — к а р а п а к с а. Протоцефалон несет антеннулы, антенны, фасеточные глаза на стебельках, один науплиальный глазок. Г н а т о ц е ф а л о н (вторичная голова) несет ротовые конечности (мандибулы и две пары максилл). Грудь состоит из 11–19 гомономных сегментов, несущих парные двуветвистые конечности. Брюшко 8-члениковое, узкое, заканчивается тельсоном с вилочкой. На первых двух брюшных сегментах у самцов имеются копулятивные органы, а у самок прикрепляются яйцевые трубочки. Жаброногие обитают во временных пересыхающих водоемах, в холодных арктических озерах и соленых водоемах. Представители: *Artemia salina*, *Branchipus stagnalis*.

Подкласс Листоногие - *Phyllopoda*

Отличаются слитной головой и развитием мощного головогрудного щита - карапакса. Грудь у примитивных представителей состоит из многочисленных сегментов, не-

сущих одинаковые двуветвистые ножки, но у специализированных форм число сегментов сокращено. Листовидные конечности служат одновременно для плавания, дыхания и препровождения пищи ко рту. Брюшко обнаруживает тенденцию к редукции. Имеются науплиальный и фасеточные глаза. Подкласс включает два отряда: Щитни (*Notostraca*) и Ветвистоусые (*Cladocera*).

Отряд Щитни - *Notostraca*

Карапакс в виде плоского крышеобразного щита, составляющего значительную часть брюшка свободной. Грудь в своем составе может иметь до 40 сегментов. Первые 10 грудных сегментов несут по паре ножек, причем первая и в меньшей степени вторая пары ног резко отличаются от прочих тем, что на них расположены длинные нитевидные придатки, выполняющие чувствительную функцию. Следующие грудные сегменты несут каждый от 4 до 6 ножек. Общее число грудных ног достигает 70 пар. Брюшко лишено конечностей. Вилочка с двумя длинными чувствительными жгутами.

Отряд Ветвистоусые - *Cladocera*

Это мелкие, планктонные ракообразные. У большинства имеется двустворчатая раковина, уплощенная с боков. Голова выдается вперед и может образовывать клювообразный вырост. Имеют один науплиальный и один сложный фасеточный глаза. Антеннулы небольшие. Антенны сильно развиты, двуветвистые и служат для плавания. Грудь сильно укорочена и состоит из 4–6 сегментов. У большинства грудные ножки служат для отфильтровывания мелких частиц из воды и снабжены многочисленными перистыми щетинками. На ножках расположены жаберные лопасти, выполняющие дыхательную функцию. Брюшко не расчленено, подогнуто вперед и заканчивается двумя когтевидными шипами. Представители: водяная блоха *Daphnia pulex*.

Подкласс Веслоногие — *Copepoda*

Это мелкие, чаще всего планктонные рачки. Тело состоит из сложной головы, 5-тичлениковой груди, 4-хчленикового брюшка и тельсона. Голова и грудные сегменты образуют отдел — просому, а брюшные сегменты — уросому. Имеют один науплиусов глаз. Длинные антеннулы служат для плавания и выполняют чувствительную функцию, антенны — короткие двуветвистые, мандибулы крупные с двуветвистым щупиком, две пары максилл выполняют функцию фильтрации, а пара ногочелюстей служит для захвата пищи. Все грудные ножки двуветвистые, их движения подобны веслам, отсюда и название — веслоногие.

Дышат всей поверхностью тела. Кровеносная система не развита. У многих видов выражен половой диморфизм. Развитие с метаморфозом. Есть науплиус, метанауплиус и копеподная личинка. Представители: *Cyclops strenus*, *p. Lernaecera*, *p. Calanus*.

Подкласс Жаброхвостые — *Branchiura*

Небольшая группа ракообразных членистоногих, представленная одним отрядом.

Отряд Карпоеды (=Карповые вши) - *Branchiura*

Это эктопаразиты кожи рыб. Тело сильно сплющено в дорсовентральном направлении. Тело состоит из слитной головы, 4-х грудных сегментов и очень короткого цельного брюшка. Антеннулы и антенны образуют небольшие крючковидные придатки. Мандибулы дают начало небольшому тонкому колющему хоботку. Первая пара нижних челюстей преобразуется в две мощные присоски, служащие для прикрепления к телу хозяина. Вторая пара нижних челюстей типична для класса. Есть 3 науплиальных глазка и 2 сложных глаза. Представители: *Argulus foliaceus*.

Подкласс Максиллоподы — *Maxillopoda*

Максиллоподы представлены одним весьма своеобразным отрядом.

Отряд Усоногие раки - *Cirripedia*

Это морские виды, ведущие прикрепленный образ жизни. Антеннулы и весь передний отдел головы превращаются в аппарат прикрепления (длинный мясистый стебелек, плоскую широкую подошву и т. п.). Следовательно, животное прикрепляется передним концом, а задним торчит свободно в воду. Антенны и сложные глаза в связи с сидячим образом жизни атрофированы. Грудные ноги вытягиваются в длинные 2-ветвистые «усики» — *цирры*, подгоняющие пищу ко рту. Брюшко недоразвито. Все тело (кроме стебелька) одето двумя боковыми кожными складками - м а н т и е й. На поверхности мантии образуются пластинки из углекислой извести — получается сложная р а к о в и н а.

Постэмбриональное развитие начинается с личинки — науплиуса, которая затем превращается в «циприсовидную» личинку. Личинка одета двустворчатой раковиной. Она сначала плавает, потом опускается на дно и прикрепляется с помощью особых цементных желез на антеннулах. Представители: *r.Lepas* — морская уточка и *Balanus hammeri* — морской желудь

Подкласс Ракушковые раки — *Ostracoda*

К подклассу принадлежит только один отряд.

Отряд Ракушковые - *Ostracoda*

Это очень мелкие рачки (0,2–7,3 мм.), обитающие в морской и пресной воде. Тело их полностью заключено в двустворчатую раковину — это разросшийся карапакс; туловище — с крайне уменьшенным числом сегментов. Из яйца выходит науплиус, имеющий раковину. Раковина остракод очень похожа на раковину двустворчатых моллюсков. Питаются очень разнообразной пищей — расти-

тельной, животной, есть даже хищники. Они ведут плавающий (планктонный), ползающий и роющий образ жизни. Представители: *p.Cypris*, *p.Heterocypris* и *p.Candona*.

Подкласс Высшие раки — *Malacostraca*

Название подкласса «высшие раки» обусловлено тем, что их организация характеризуется рядом прогрессивных особенностей, наряду с наличием и некоторых архаичных (древних) признаков (наличие брюшных конечностей, две пары выделительных желез).

Число сегментов, в отличие от других ракообразных, постоянно: 4 головных, 8 грудных и 6 брюшных. Сегменты объединяются различным образом: или в состав головы, кроме 4-х обычных сегментов, входит первый сегмент груди (образуется «сложная голова»); или же собственно голова представлена протоцефаломом (акрон+сегмент антенн), а челюстные сегменты сливаются с одним или двумя грудными и образуют челюстегрудь. Брюшко снабжено 6 парами ног.

В развитии характерна личинка *зоеа*.

Классификация высших раков сложная, выделяют надотряды, отряды. Ниже приводится характеристика наиболее важных отрядов высших раков.

Отряд Ротоногие (=Раки-богомолы) - *Stomatopoda*

Обитают в морях и ведут хищный образ жизни. Роют норы. Тело состоит из четырех отделов: протоцефалон; челюстегрудь (слитные три челюстных и четыре грудных сегмента); грудь (четыре свободных сегмента); брюшко — мощно развитое, сегментированное. Своеобразно разнообразны грудные ножки ротоногих. Первая их пара выполняет чувствительную функцию, вторая — пятая пары — хватательную, а последние три пары — ходильную. На 1–5-й парах грудных ног имеются жабры. Особое строение имеют хватательные ноги, из которых первая, самая

крупная, служит для захвата добычи, а остальные для ее удержания.

Брюшной отдел длиннее передней части тела. Первые пять пар ножек двуветвистые, листовидные, с перистыми щетинками, выполняющие плавательную и дыхательную функции. Развитие с метаморфозом. Личинка — зоэа. Представитель: *Squilla oratoria*.

Отряд Равноногие - Isopoda

Большая процветающая группа ракообразных. Обитают в морях, в пресных водах, на суше. Тело обычно уплощено дорсовентрально. Размеры большинства 0,1–5 см. Голова сложная, конечности вошедших в ее состав сегментов превращены в ногочелюсти. Карапакса нет. Грудные сегменты несут одноветвистые ходильные ножки. Брюшко короче груди, часто его сегменты срастаются с тельсоном. 5 пар брюшных ног служат для дыхания: состоят из короткого основания и двух листовидных жаберных ветвей, направленных назад и прилегающих друг к другу, как листы книги.

Впрочем, часть мокриц дышат атмосферным воздухом: на экзоподитах (наружная ветвь) их передних брюшных ног имеется впячивание, служащее для газообмена. Развитие с метаморфозом. Личинки, называемые *манками*, похожи на взрослых, но с неполным составом развитых ног — с недоразвитыми последними и грудными ногами. Есть паразитические представители. Представители: р. *Asellus* — водяной ослик, р. *Mesidothea* — морской таракан, р. *Porcellio* и р. *Oniscus* — мокрица.

Отряд Разноногие (=Бокоплавы) - Amphipoda

По объему этот отряд не уступает предыдущему. Основная масса представителей - морские обитатели, остальные — обитатели пресных вод, есть амфибионты, живущие в полосе прибоя или в заболоченных почвах субтропиков. Небольшая группа -эктопаразиты (китовые вши). Тело сжато с боков. Голова сложная. Карапакс отсутствует.

Ножки всех грудных сегментов устроены различно, некоторые вооружены хватательными крючками, почти все несут листовидные жаберные пластинки. Брюшные конечности хорошо развиты, 3 передние пары служат для плавания, задние 2 пары направлены назад и вместе с тельсоном служат для прыгания. Представители: р. *Gammarus* — гаммарус.

Отряд Десятиногие - Decapoda

Отряд объединяет крупных и во многих отношениях наиболее высокоорганизованных ракообразных. Имеется протоцефалон, на нем расположены 2 пары усиков и стебельчатые глаза. Все сегменты груди сливаются с челюстными сегментами и покрыты карапаксом. Передние 3 пары грудных ног превращены в *ногочелюсти*. Первая пара ходных ног большей частью в виде клешней.

Грудные ноги у примитивных двуветвистые, у большинства — одноветвистые (экзоподит исчезает). Жабры — на грудных конечностях и на боках тела. Брюшко бывает длинным, с развитыми плавательными ножками; мягким, асимметричным и лишенным части конечностей; небольшим, симметричным, подогнутым вперед (у крабов). Отряд Десятиногих подразделяется на два подотряда: Плавающие раки (*Natantia*) и Ползающие раки (*Reptantia*).

Подотряд Плавающие раки (*Natantia*) — наиболее примитивные десятиногие, с длинным брюшком, несущим необходимые для плавания конечности. К этой группе относятся разнообразные креветки: р. *Pandalus*, *Crangon*.

Подотряд Ползающие раки (*Reptantia*) — более прогрессивная группа десятиногих раков. Характерно слабое развитие брюшных ножек, которые не выполняют плавательной функции. У ряда видов брюшко в значительной степени редуцировано. В подотряде выделяют 4 отдела: лангусты (*Palinura*), омары (*Astacura*), раки-отшельники (*Amonura*) и крабы (*Brachiura*).

ЗАНЯТИЕ 17

Тип Arthropoda – Членистоногие
Подтип Branchiata – Жабернодышащие
Класс Crustacea – Ракообразные
Подкласс Branchiopoda – Жаброногие
Отряд Anostraca – Жаброногие
Вид Артемия (*Artemia salina*)
Подкласс Copepoda - Веслоногие
Отряд Podoplea — Подоплеи
Вид Циклоп (*Cyclops strenuus*)

Цель занятия - изучение морфофункциональных особенностей низших раков на примере артемии и циклопа

Оборудование: Влажные и фиксированные объекты, лупа, препаровальные иглы, стаканчики с водой.

Жаброногие низшие ракообразные, которые отличаются: наличием удлинённого, стройного и гомономно-сегментированного тела, лишенное головогрудного щита – к а р а п а к с а, у них грудной отдел снабжен многочисленными листовидными ножками, им свойственно метамерное строение кровеносной и нервной систем.

Виды рода *Artemia* — характерные обитатели мелких соленых и солоноватоводных водоемов степной и пустынной зоны.

Длина тела артемий составляет 8–10 мм. Тело артемии подразделяется на три хорошо различимых отдела — голову, грудь и брюшко (рис. 69, А, Б). Голова (цефалон - *cephalon*) образует монолитную капсулу, и включает в свой состав акрон и 4 сегмента. Голова состоит из 2-х отделов - первичная голова - протоцефалон (*protocephalon*) и вторичная – гнатоцефалон (*gnathocephalon*).

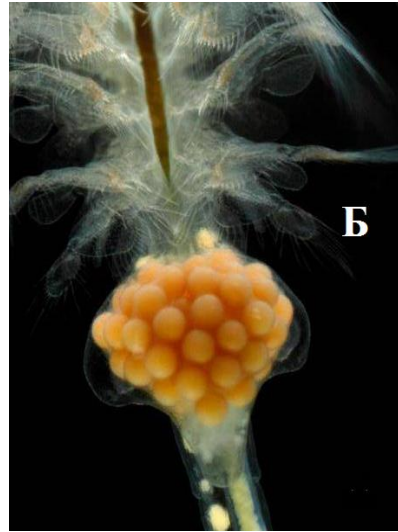


Рис. 69. Внешний вид артемии *Artemia salina* Mud. (из сайта: www.kuranderyasi.com и pinterest.com): А – общий вид с брюшной стороны; Б- яйцевой мешок на первом генитальном сегменте брюшного отдела

Протоцефалон включает в себя акрон и первый сегмент, гнатоцефалон — остальные три головных сегмента. Головные сегменты несут различные придатки.

На акроне у переднего края со спинной стороны

располагается пара антеннул (антенны I). Они нитевидные, одновитые и слагаются из двух члеников, которые покрыты чувствительными волосками — *эстетасками*, выполняющими роль хеморецепторов. На первом настоящем сегменте располагается вторая пара антенн (антенны II),

которые развиты значительно сильнее первой пары (рис. 70, А, Б). У самцов и самок они имеют совершенно разное строение. У самок они представляют собой относительно небольшие крючковидные образования, несущие немногочисленные волоски.

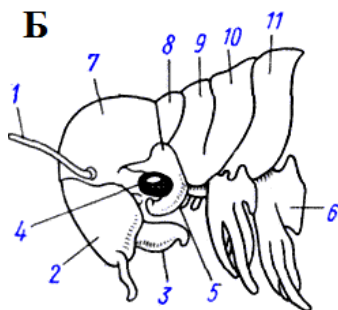
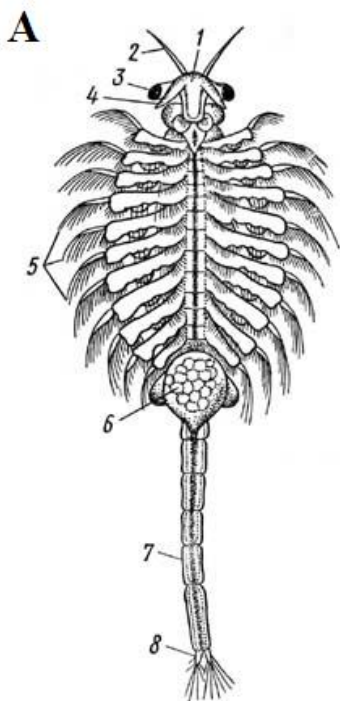


Рис.70. Строение артемии

(из Бронштейна): А- вид с брюшной стороны: 1- непарный глаз; 2- антеннулы; 3- парный сложный глаз; 4- антенна; 5- грудные ножки; 6- яйцевой мешок; 7- брюшко; 8- вилочка; Б - голова жабронога (вид сбоку) (по Снодграссу): 1- антеннулы; 2- антенны; 3- верхняя губа; 4- сложный глаз; 5- мандибула; 6- грудная ножка; 7- протоцефалон; 8- второй сегмент головы; 9- третий и четвертый сегменты головы; 10- первый грудной сегмент; 11- второй грудной сегмент

У самцов они видоизменены в хватательный орган, служащий для удержания самки во время копуляции. Второй сегмент головы несет м а н д и б у л ы (жвалы, или верхние челюсти), которые расположены по бокам ротового отверстия и представляют собой довольно массивные хитиновые пластинки, зазубренные по внутреннему краю. Третий и четвертый сегменты головы несут по паре м а к с и л л (нижних челюстей), которые представлены небольшими хитиновыми пластинками.

На голове хорошо развиты *сложные глаза*, они располагаются на конце длинных подвижных глазных стебельков, за что и получили свое название — *стебельчатые глаза* (рис. 69, А; 70, 3). На передней части головы располагается непарный *науплиарный глаз*, он лишен светопреломляющего аппарата (рис. 70, А 1).

Грудь (thorax) состоит из 11 сегментов и несет плавательные листовидные конечности — *торакоподы*. Все 11 пар конечностей имеют одинаковое строение и отличаются друг от друга только размерами — ножки двух передних сегментов несколько меньше остальных. Их функции: передвижение, подача пищи ко рту, дыхательная и чувствительная. Каждая ножка состоит из нерасчленённой пластинки — *протопотида* с лопастевидными выростами (рис. 71). Внутренние выросты называются *эндотидами* — они сильнее хитинизированы, снабжены плавательными щетинками, волосками. Наружные — *экзопотиды*, или *экзиты*, лишены, волосков. Один из них мешковидно вздут, слабо хитинизирован, заполнен гемолимфой; его тонкие покровы не препятствуют диффузии кислорода, т.е. он выполняет функцию кожных, или кровяных *жабр* и считается поэтому *эпипотидом* (рис. 71, 4). Этому способствует постоянное ритмичное их движение. Быстро перебирая ногами, жаброноги плавают сп-

инной стороной книзу; они почти все время находятся в движении и редко опускаются на дно.

Брюшко (abdomen, pleon) лишено конечностей и состоит из 8 сегментов. Два первых сегмента сливаются в половой сегмент. Последний брюшной сегмент несет вилочку (ф у р у), ее функции — чувствительная и рулевая. Форма вилочки различается у разных видов. У самок первый брюшной сегмент несет яйцевой мешок (рис. 69, Б).

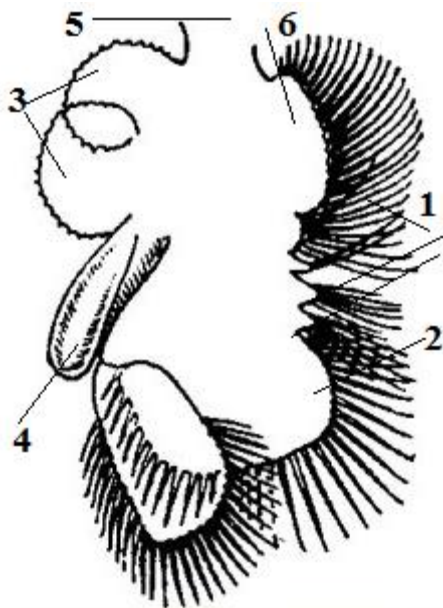


Рис. 71. Грудная левая ножка жабронога (из Зеликмана): 1- эндиты (числом 5 или 6); 2- эндоподит с плавательными щетинками; 3- экзиты; 4- эпиподит- жаброподобный экзит; 5- место прикрепления ножки к груди

Представители рода *Suctops* являются планктонными обитателями пресноводных водоемов. Обладают малыми размерами — в среднем от 1 до 5 мм.

Тело циклопа (*Cyclops strenuus*) ясно сегментировано — в нем выделяется овальная (при рассматривании сверху) головогрудь и узкое удлиненное брюшко, которое заканчивается вилочкой (фуркой) с длинными щетинками (рис. 72).

Головогрудь состоит из 5 члеников. При этом первый занимает по длине примерно половину головогруды и представляет собой голову, слившуюся с первым грудным сегментом. В передней его части располагается непарный *науплиарный глаз* (рис. 72, 1).

Первая пара антенн развита хорошо, их строение различно у самок и самцов. У самцов дистальные концы антенн загнуты, они выполняют функцию удержания самки во время копуляции. У самок они длинные нитевидные. Их функции — основной орган передвижения, а также чувствительная. Вторая пара антенн значительно короче первой и выполняет чувствительную функцию. Мандибулы не расчленены, обе пары максилл одноветвисты.

Первый грудной сегмент, вошедший в состав головогруды, несет конечности, называемые *ноготчелюстями*, они состоят из 4-х члеников и покрыты чувствительными щетинками (рис. 72, 4). Остальные 4 грудных сегмента остаются свободными и несут по паре типичных двуветвистых конечностей, функция которых - передвижение и осязание. Пятая пара грудных конечностей рудиментарна.

С грудным отделом подвижно сочленяется брюшко. Брюшко почти цилиндрической формы, полностью лишено конечностей и состоит из пяти сегментов. В частности, у самки оно слагается из 4 члеников, у самца — из 5. Первый из них несет наружные половые отверстия и называется *генитальным сегментом*. У самки количество брюшных сегментов меньше за счет слияния двух первых, по их обеим сторонам располагаются яйцевые мешки, где происходит развитие яиц. Заканчивается брюшко *фуркой* (вилочкой), ее функция чувствительная и рулевая.

Вследствие неоднородности сегментов в разных отделах тела сегментация тела носит гетерономный характер.

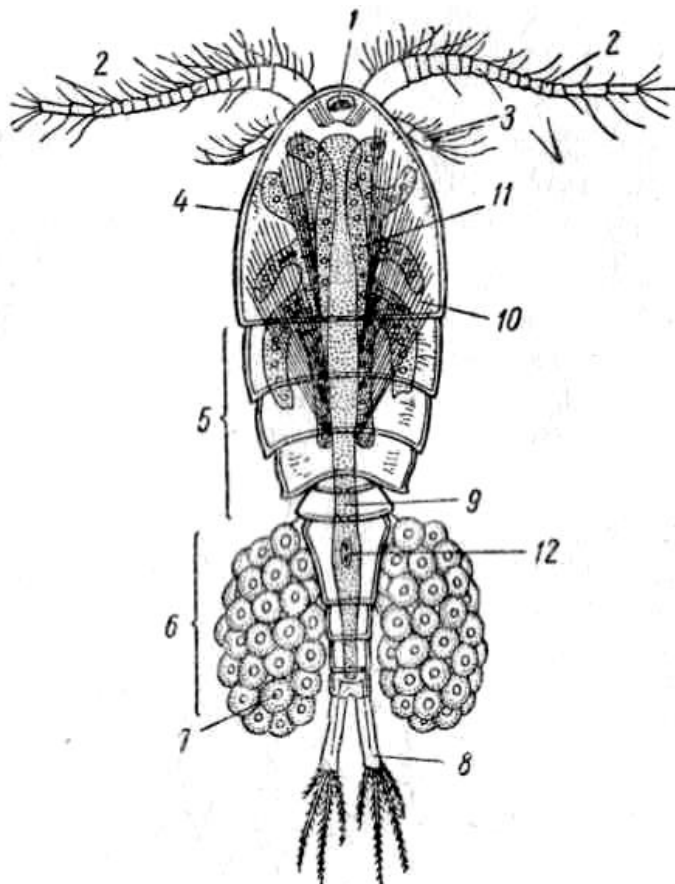


Рис. 72. Внешний вид самки циклопа *Cyclops strenuus* (из Клауса): 1- науплиальный глаз; 2- антеннулы; 3- антенны; 4- цефалоторакс; 5- второй-пятый сегменты цефалоторакса; 6- брюной отдел; 7- яйца в яйцевом мешочке; 8- фурка; 9- кишечник; 10 – продольные мышцы; 11- яичник; 12- половое отверстие

Задание 17

1. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним видом жаброногих раков рода *Artemia* (или р. *Branchipus*).

2. Изучите строение отделов тела данных представителей и на основе внешних признаков определите их половую принадлежность.

3. Сделайте рисунок внешнего вида самки *Artemia salina*. Обозначьте: а) границы каждой тагмы: головы, груди, брюшка; б) на голове прото- и гнатоцефалон, придатки головы: антенны I, антенны II, мандибулы, максиллы I и максиллы II; стельчатые глаза; в) придатки груди — то-ракоподы; г) на брюшке — сегменты, тельсон, фурку, у самок дополнительно яйцевой мешок.

4. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним видом рода *Cyclops*. Определите пол данного представителя.

5. Сделайте рисунок внешнего вида *Cyclops strenuus* и обозначьте: головогрудь, свободные грудные сегменты, брюшко (1-й сегмент двойной — генитальный), тельсон, фурка, науплиальный глаз, антенны I, II

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы общие признаки членистоногих?
2. Каковы общие признаки ракообразных?
3. Каковы схожие и отличительные признаки низших и высших ракообразных?
4. Каковы особенности строения типичной двуветвистой конечности ракообразных?
5. Каковы происхождение антенн и антеннул?
6. Что означает гетерономная сегментация у низших ракообразных?
7. Каков характер сегментации и развитие придатков у низших раков?
8. Какую функцию выполняют придатки головы?

ЗАНЯТИЕ 18

Тип Arthropoda – Членистоногие

Подтип Branchiata – Жабернодышащие

Класс Crustacea – Ракообразные

Подкласс Malacostraca – Высшие раки

Отряд Decapoda – Десятиногие

Подотряд Reptantia – Ползающие раки

Вид Речной рак (*Astacus* = *Potamobius astacus*)

Цель занятия – изучение структурно-функциональных особенностей речного рака как представителя высших раков в связи со средой его обитания

Оборудование: речные раки, лупы, препаравальные ванночки, ножницы, пинцеты, препаравальные иглы, микроскопы, чашки Петри

Строение высших раков характеризуется нижеследующими признаками:

- Тело всех высших раков состоит из 18 сегментов – 4
- сегмента головных, 8 грудных и 6 брюшных.
- У высших раков имеется первичная голова – протоцефалон; вторичная голова -гнатоцефалон слит с грудными сегментами с образованием г н а т о т о р а к с а (*gnathothorax*) – челюстегруды.
- Конечности высших раков имеют исходное двуветвистое строение, но в ряде случаев становятся одноветвистыми. На голове расположены конечности, состав которых типичен для всех ракообразных.
- Карапакс мощный, закрывает голову и грудь. По бокам карапкс образует свободные складки, закрывающие *жаберные камеры*.
- Передний отдел кишечника образует желудок, состоящий из двух отделов перикардиального и пилорического. Органы выделения – *антеннальные (зеленые) железы*.

- Органы дыхания (жабры) расположены на груди (у некоторых высших на брюшке) в специальных камерах.
- Кровеносная система развита хорошо. Имеются сердце, сосуды, синусы, лакуны.
- Нервная система Decapoda находится в разной степени концентрации. У речного рака в *брюшной нервной цепочке* 12 узлов – 1 подглоточный, 5 грудных, 6 брюшных. У крабов – единый грудной ганглий.
- Органы чувств развиты хорошо.
- Высшие раки *раздельнополы*. Имеется половой диморфизм. Половые железы парные. Оплодотворение наружное. Развитие большей части высших раков с метаморфозом. Наиболее полный набор личиночных стадий отмечен у креветок. У крабов из яйца выходит личинка зоеа. У речного рака развитие прямое.

Тело речного рака рода *Astacus* распадается на два ясно различимых отдела: головогрудь и брюшко (рис. 73). Спереди выступает часть первичной головы — протопцефалона, образованного слившимися акроном (головной лопастью) и первым головным сегментом. Остальные три головных сегмента объединяются со всеми восемью грудными сегментами и образуют цельную челюстегрудь (гантоторакс), которая со спинной стороны и боков прикрыта карпаксом. Это разросшиеся спинные пластинки (тергиты) грудных сегментов тела.

Брюшко (абдомен) состоит из шести легко различимых сегментов и оканчивается тельсоном (анальной лопастью). Каждый сегмент состоит из выпуклого сильно хитинизированного тергита (спинного склерита) и стернита (брюшного склекрита), имеющего вид слабо хитинизированного полукольца. У самок брюшко заметно шире,

чем у самцов, что связано с необходимостью вынашивания под ним яиц и молоди.

Брюшко подвижно причленяется к гнатотораксу. Тельсон имеет вид плоской пластинки с расположенным на ее нижней стороне хорошо заметным анальным отверстием (рис. 74). Передняя часть головогрудного щита вытянута в длинный, заостренный килевидный р о с т р у м.

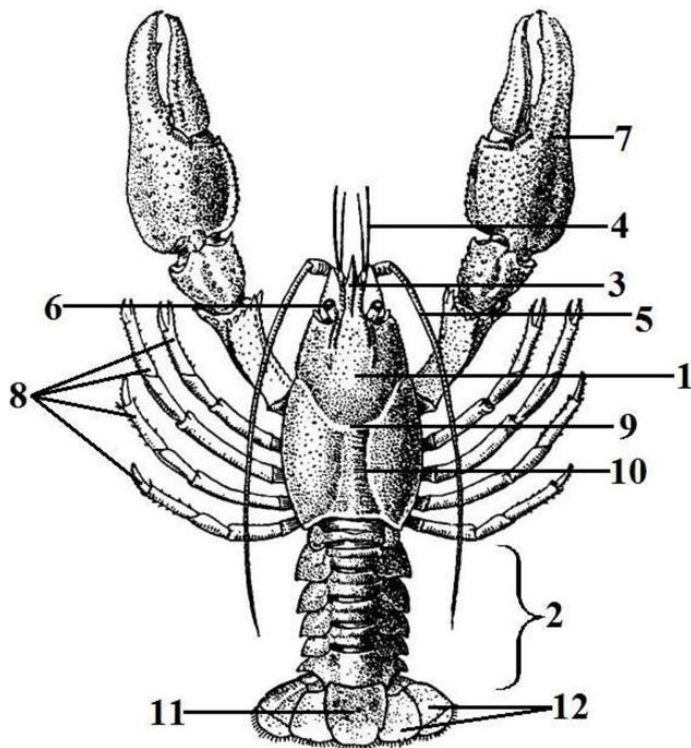


Рис. 73. Речной рак рода *Astacus* (вид со спинной стороны) (из <https://cf.ppt-online.org>): 1- головогрудь; 2- брюшко; 3- рострум; 4- антеннула; 5- антенна; 6- глаза; 7- клещня; 8- ходильные ноги; 9- шейная борозда; 10- жаберно-сердечные борозды; 11- тельсон; 12- уropоды

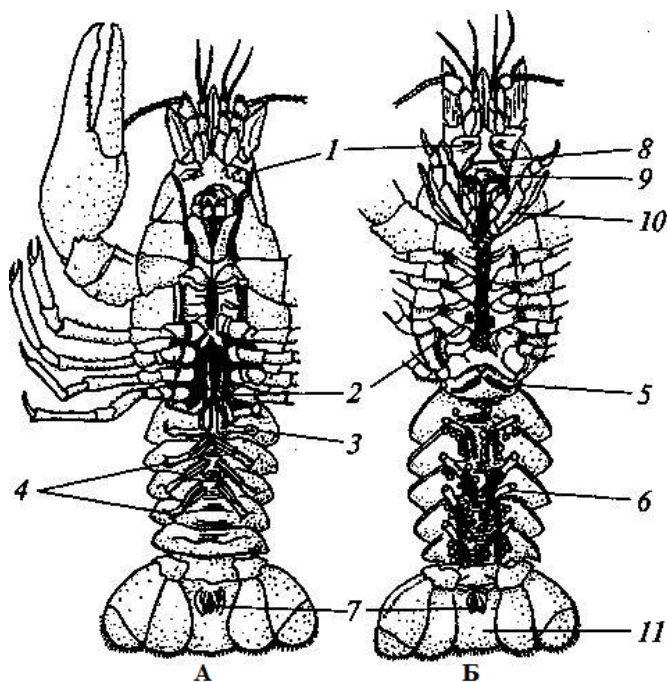


Рис. 74. Речной рак *Potamobius astacus* (вид с брюшной стороны) (из Резеля и Лампрехта): А – самец; Б – самка: 1- бугорок с выделительным отверстием; 2 – половое отверстие; 3 – конечности первого и второго брюшных сегментов самца; 4- конечности третьего – пятого брюшных сегментов самца; 5- рудиментарная конечность первого брюшного сегмента самки; 6- конечности второго-пятого брюшных сегментов самки с яйцами; 7 – анальное отверстие; 8- граница между протоцефалоном и челюстегрудью; 9- ротовое отверстие (прикрыто верхними челюстями); 10 – третья пара ногочелюстей; 11- телсон

По сторонам основания рострума расположены две довольно глубокие выемки, в которых помещаются сложные глаза.

Конечности речного рака, несущие разнообразные функции, представляют собой (за исключением антеннул)

различные модификации двуветвистых конечностей. Основная часть конечности - *протоподит*, состоит из двух члеников - *коксоподит* и *базиподит*. Коксоподит нередко имеет вырост - *эпиподит*. К базиподиту причленяются обе ветви конечности - *экзоподит* и *эндоподит* (рис.75, 76).

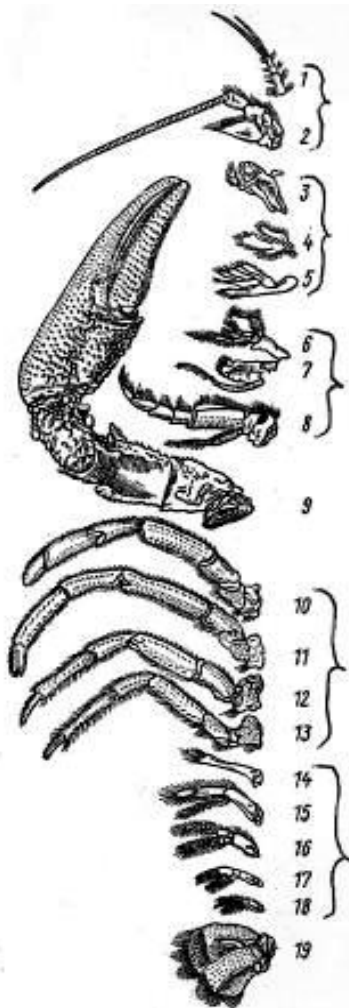


Рис.75. Конечности самца речного рака (из <https://studlife.net>): 1- антеннула; 2- антенна; 3- мандибула; 4- максилла I; 5- максилла II; 6-8- ногоchelюсти; 9-13- ходильные ноги; 14, 15- копулятивный аппарат; 16-18- двуветвистые брюшные ножки; 19- уророда

Спереди по сторонам рострума расположена первая пара сяжков, антеннулы или антенн (антенна I), они короткие двуветвистые. Вторая пара сяжков, антенны (антенна II), является органом осязания. Их протоподит двучленистый.

У основания на нижней поверхности коксоподита открывается отверстие *зеленой железы* -органа выделения рака. Экзоподит представлен треугольной нерасчлененной пластинкой. Эндоподит длинный, в виде многочленистого жгутовидного придатка.

ногочленистого жгутовидного придатка.

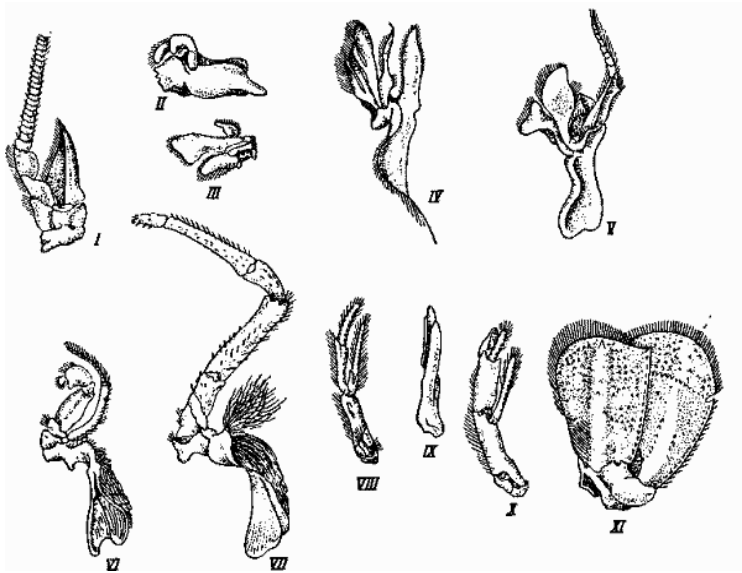


Рис.76. Конечности речного рака (из <http://www.zoofirma.ru>): I-антенна (конец жгута – эндоподита – срезан); II- мандибела; III – максилла 1; IV – максилла -2; V – ногочелюсть первой пары;VI – ногочелюсть второй пары;VII – предпоследняя ходильная ножка;VIII- ножка третьего брюшного сегмента;IX – ножка первого брюшного сегмента самца; X – то же второго брюшного сегмента;XI - уropод

На брюшной стороне головогруди расположено ротовое отверстие, окруженное ротовыми конечностями, служащими для удержания пищи и ее размельчения. Число этих конечностей равно шести парам — одна пара верхних челюстей, или *м а н д и б у л*, две пары нижних челюстей, или *м а к с и л л*, и три пары *н о г о ч е л ю с т е й*.

Верхние челюсти, или жвалы. По сравнению с общей схемой строения двуветвистой конечности они видоизменены значительно в направлении редукции ряда частей. Жвалы — главный орган откусывания и размельчения пищи. Состоят из широкой прочной хитиновой пластинки, зазубренной по внутреннему краю, и короткого трехчленного щупика. Жевательная пластинка соответствует

протоподиту. Щупик некоторыми авторами гомологизируется с эндоподитом (рис.76, II).

Первая пара нижних челюстей, или максиллы I. В отличие от массивных жвал, максиллы очень тонкие, относительно слабо хитинизированные образования. Каждая нижняя челюсть слагается из двух пластинок, представляющих собой коксоподит и *базиподит* основной части конечности. По наружному краю базиподита, направленному к ротовому отверстию, расположены многочисленные хитиновые зубчики. Базиподит несет нерасчлененный листовидный щупик, соответствующий, вероятно, *эндоподиту*. *Экзоподит отсутствует*. Пластинки первых максилл принимают участие в откусывании и размельчении пищи (рис.76, III).

Вторая пара нижних челюстей, или максилл II. Коксоподит и базиподит — тонкие листовидные, каждый из них делится продольной щелью на две лопасти, которые по краю несут многочисленные волоски.

Эндоподит нерасчлененный в виде длинного придатка. Экзоподит срастается с придатком коксоподита и образует удлинненную л о д о ч к у, усаженную по краям волосками. Лодочка играет существенную роль в процессе дыхания. У живого рака она находится в непрерывном движении, благодаря которому вода вычерпывается из жаберной полости (рис. 76, IV).

Первая пара ногочелюстей. Оба членика протоподита (коксоподит и базиподит) листовидны. Двухветвистый тип строения выражен здесь более полно, чем у обеих пар максилл. Они принимают участие в удержании и ощупывании пищи (рис. 76, V).

Вторая пара ногочелюстей. По размерам несколько крупнее первой пары ногочелюстей. Протоподит двучленистый. От коксоподита отходит нежная, слабо хитинизированная пластинка — *эпиподит*. К нему прикрепляется

вполне развитая перистая жабра, лежащая в жаберной полости. Эндоподит выражен хорошо, слагается из пяти характерных для этого отдела члеников. По внутреннему краю членики эндоподита усажены многочисленными волосками. Экзоподит довольно длинный, дистальная часть его образует многочленистый жгут, усаженный волосками (рис. 76, VI).

Третья пара ногочелюстей. Самая большая среди ногочелюстей, приближается к размерам ходильных ног. Подобно тому, как и у второй пары ногочелюстей, коксоподит имеет листовидный эпиподит, к которому прикрепляется жабра. Кроме того, эпиподит несет пучок длинных волосков. Эндоподит хорошо развит, пятичленист и по размерам значительно превосходит экзоподит. Как протоподит, так и эндоподит несут по внутреннему краю многочисленные волоски.

Вторая и третья пары ногочелюстей служат главным образом для удержания пищи и подачи ее ко рту при питании рака. Кроме того, эндоподит третьей ногочелюсти является органом, служащим для очистки глазных стебельков и антеннул от оседающих на них посторонних частиц.

Первая пара ходильных ног. Так же, как и остальные четыре пары, совершенно лишена экзоподита. Благодаря этому они не двуветвистые, а одноветвистые. Первая пара ходильных ног самая мощная из всех.

Она состоит из семи члеников, в числе которых два членика протоподита и пять члеников эндоподита. Но проксимальный членик эндоподита срастается с базиподитом, так что сочленение между ними отсутствует.

Коксоподит несет эпиподит и жабру. Проподит образует в дистальном направлении вырост, у основания которого причленяется **д а к т и л о п о д и т**. В совокупности образуется мощно развитая **к л е ш н я** — орган защиты и захвата пищи. Вместе с тем первая пара ходильных ног

выполняет и локомоторную функцию при ползании животного (рис. 75, 9).

Вторая-пятая пары ходильных ног. Все ходильные ноги состоят из 7-ми члеников. Ходильные ноги — локомоторные органы рака, они служат для ползания по субстрату. Вторая и третья пары ходильных ног, подобно первой, несут клешни, образованные *проподитом* и *дактилоподитом*. Размеры клешней, однако, значительно меньше, чем у первой пары. Четвертая и пятая пары лишены клешней. Пятая пара ходильных ног лишена эпиподита, жабр и щетинок.

Брюшные сегменты речного рака несут небольшие двухветвистые конечности — **п л е о п о д ы**. Самцы и самки отличаются по строению передних двух пар брюшных конечностей — у самцов они преобразованы в копулятивный аппарат, хорошо развиты и подогнуты вперед под задний отдел головогруды. У самок первая пара брюшных ножек недоразвита и присутствует в виде небольшого придатка (рис.75).

Шестая пара брюшных ножек — **у р о п о д ы**, они сильно сплюснуты в дорзовентальном направлении и образуют вместе с тельсоном, лишенным конечностей, хвостовой плавник.

Весной на брюшных ножках самок можно обнаружить развивающиеся яйца или молодых, недавно вышедших из яиц рачков.

Изучение анатомо-функциональных особенностей ракообразных следует начать со вскрытия речного рака. Для этого следует придерживаться нижеследующих правил вскрытия.

Порядок вскрытия речного рака

Рака возьмите в левую руку, оттяните первое кольцо брюшка от примыкающего к нему карапакса и со спинной стороны ножницами прорежьте находящуюся между ними прозрачную хитиновую пленочку. Таким образом получается возможность ввести ножницы под панцирь.

Далее проведите вперед на карапаксе два параллельных разреза так, чтобы они шли по прямым линиям, кнаружи от жаберно-сердечных борозд и дальше вплоть до основания глаз. Таким же образом проведите как раз против уже сделанных — два разреза вдоль спинной стороны брюшка до самого тельсона. На головном конце и на тельсоне соедините продольные разрезы короткими поперечными.

Поместите рака на дно препаровальной ванночки брюшной стороной вниз, передним концом от себя, приколите его булавками ко дну ванночки (булавки следует вколоть в тельсон и в суставы клешней) и залейте водой.

Захватив пинцетом окруженный разрезом участок карапакса на его заднем крае, начните его приподнимать и отпрепарируйте, подрезая изнутри скальпелем у самого панциря все приросшие к нему мускулы.

Если после снятия спинного участка щита все же не видно внутренних органов и они кажутся как бы прикрытыми синевато-красноватой пленочкой - гиподермой, нужно осторожно снять ее пинцетом. Приподнимите окруженную разрезом часть панциря на первом сегменте брюшка; вместе с панцирем начинают приподниматься два мышечных пучка, направляющихся к груди, их следует перерезать ножницами и после этого удалить всю спинную часть покровов брюшка, а вместе с нею и лежащий под нею слой мышц (это мышцы, выпрямляющие брюшко). При этом становится видной проходящая вдоль брюшка задняя кишка. Под кишкой находится слой мышц, сгибающих брюшко.

Р

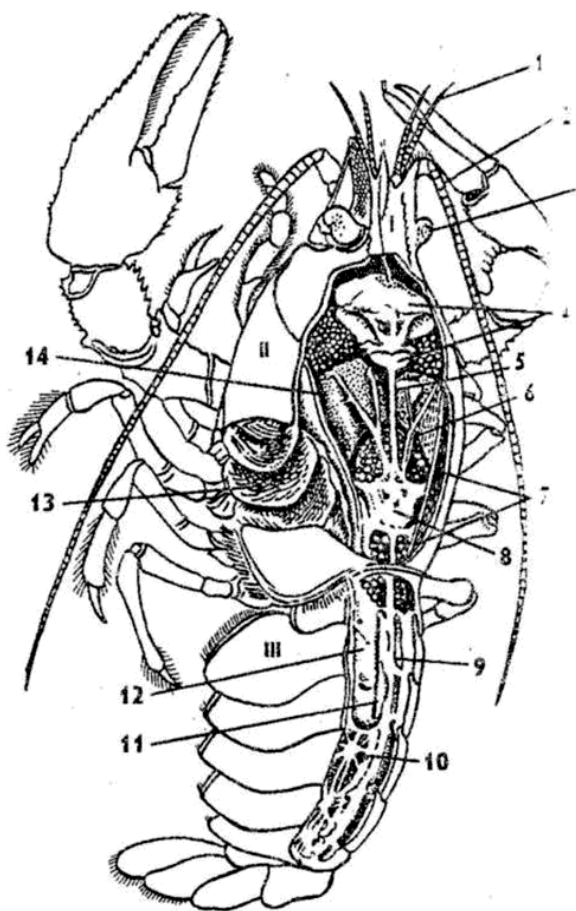


Рис. 77. Вскрытый речной рак (самка) (из <https://cf.ppt-online.org>): I – голова; II – члустегрудь; III – брюшко: 1-антеннулы, 2-антенна; 3- глаз; 4-желудок; 5,6-артерии; 7-яичник; 8-сердце; 9-брюшная артерия; 10- брюшная нервная цепочка; 11-задняя кишка; 12-мышцы; 13- жабры; 14- печень

Теперь рассмотрите внутренние органы. В задней части челюстегруды лежит небольшой, обычно слегка желтоватый, прозрачный пятиугольный мешочек — с е р д ц е. От сердца отходят кровеносные сосуды: назад - верхняя брюшная артерия, проходящая над задней кишкой; вперед - одна глазная артерия, идущая прямо к переднему концу, и две - антеннальные, идущие симметрично вперед и в стороны. Кровь у рака бесцветная, и поэтому заметить артерии, к тому же очень тонкостенные, трудно, только местами они иногда бывают хорошо видны по яркому блеску, обусловленному попаданием воздуха через остии в сердце и оттуда в сосуды (рис.78).

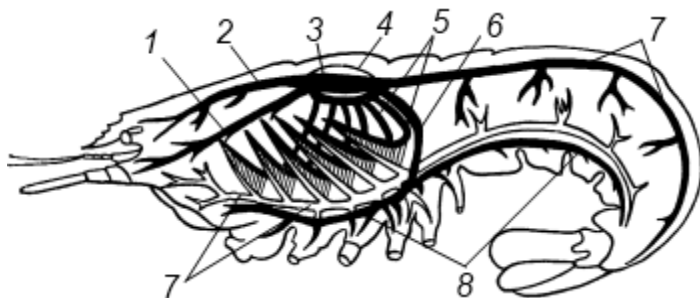


Рис.78. Схема строения кровеносной системы речного рака (из Догеля): 1 - антеннальная артерия, 2 - передняя аорта, 3 - сердце, 4 - перикард, 5 - выносящие жаберные сосуды, 6 - нисходящая артерия, 7 - задняя (брюшная) артерия, 8 - поднервная артерия, 9 - брюшной венозный сосуд.

Под сердцем расположена половая железа. Впереди сердца можно видеть переднюю часть железы, особенно хорошо заметную у самок во время созревания яиц (яйца тогда бывают окрашены в красновато-коричневый цвет); у самцов же хорошо видны с боков и сзади сердца извитые семяпроводы (рис. 79, А, Б). Впереди сердца и половой железы видна парная пищеварительная железа — *печень*, сос-

тоящая из слепо замкнутых трубочек; она окрашена в желто-коричневый или зеленый цвет. Впереди пищеварительной железы помещается объемистый желудок, к спинной стенке которого прикрепляются желудочные мышцы.

По бокам желудка легко отыскать два жевательных мускула, прикрепляющихся к внутренней поверхности карапакса (здесь мускулы были перерезаны при удалении панциря). Другим концом жевательные мускулы прикрепляются к жвалам.

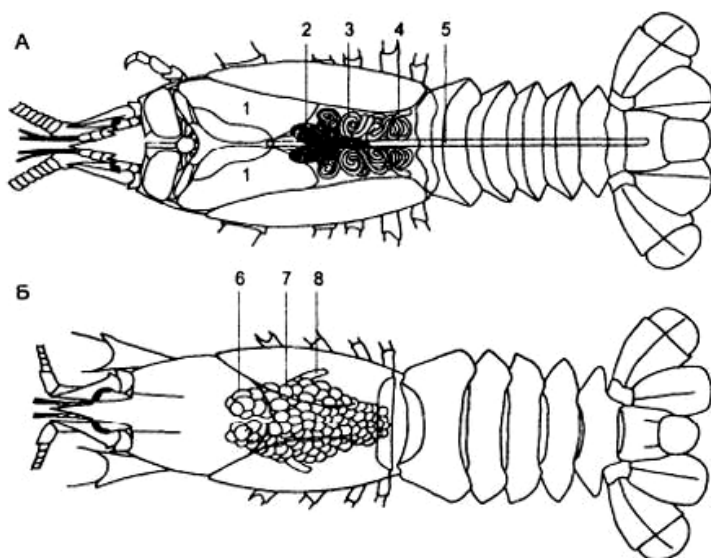


Рис.79. Репродуктивная система самца и самки речного рака (их <https://fishcam-store.ru>): 1- гепатопанкреас; 2- семенник; 3- семяпровод; 4- семяизвергательный канал; 5- задняя кишка; 6- яйцеклетки; 7 – яичник; 8 - яйцепроводы

Задание 18

1. Изучите строение пищеварительной системы речного рака –двухлопастную печень, пищевод, сложный желудок, заднюю кишку (рис.80).

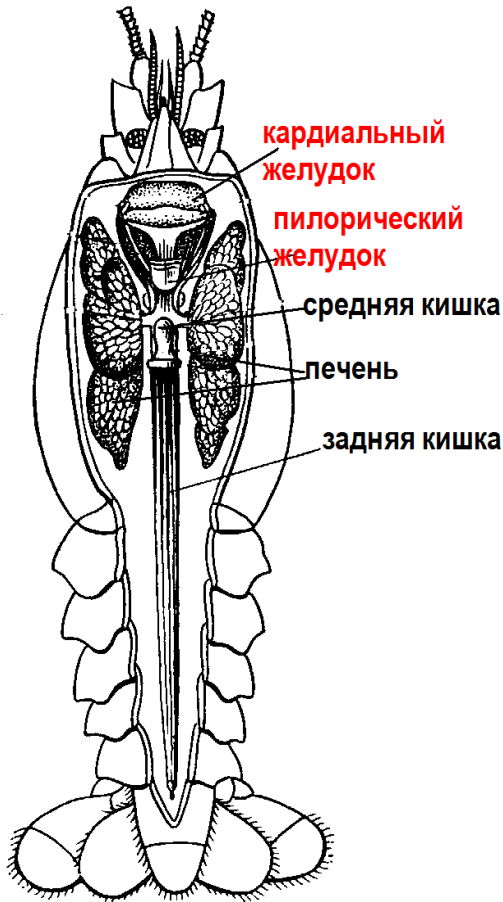


Рис. 80. Пищеварительная система речного рака (из Догеля)

2. Рассмотрите и изучите строение выделительных железистых органов (антеннальные, или зеленые железы) речного рака (рис. 81). Найдите мочевой пузырь, белый, прозрачный и зеленый каналы, целомический мешочек, выделительную пору.

3. Изучите строение нервной системы речного рака- надглоточный, подглоточный ганглии, ганглии брюшной

нервной цепочки с отходящими от нее периферическими нервами (рис.82).

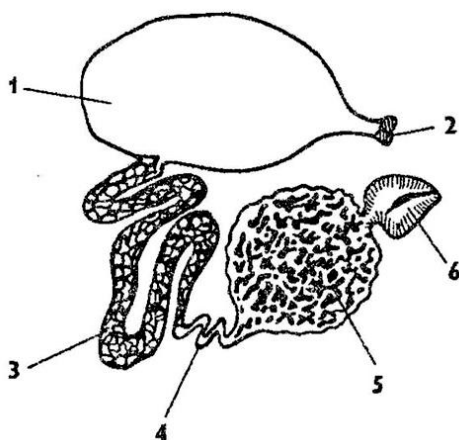
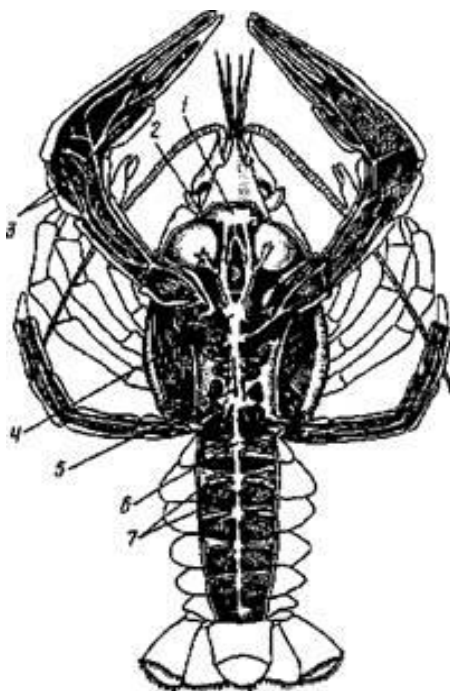


Рис. 81. Антеннальная железа речного рака: 1- мочевого пузырь; 2- выделительная пора; 3- белый канал; 4- прозрачный канал; 5- зеленый канал; 6 - целомический мешочек

Рис.82. Нервная система речного рака (из <http://animaldir.ru>): 1 – надглоточный ганглий; 2 - окологлоточное нервное кольцо; 3- нервы первой пары ходильных ног; 4- подглоточный ганглий; 5,6 - ганглии брюшной нервной цепочки; 7 – отходящие от них нервы



Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности внутреннего строения ракообразных?
2. Сколько сегментов тела у высших ракообразных?
3. Перечислите элементы типичной (вторично не усложнённой) ноги раков?
4. Перечислите видоизменённые конечности головы у раков?
5. У каких ракообразных (высших, низших) имеются брюшные ножки?
6. Химический состав кутикулы ракообразных.
7. Каким образом осуществляется дыхание ракообразных?
8. Строение кровеносной системы ракообразных.
9. Из чего состоит центральная нервная система речного рака?
10. Укажите особенность пищеварительной системы ракообразных.
11. Перечислите органы чувств речного рака?
12. Чем представлены выделительные органы ракообразных?
13. Как внешне можно отличить самку речного рака от самца?
14. Как происходит развитие ракообразных?
15. Назовите основных представителей подкласса высшие раки.

Объясните значение терминов

Протоцефалон, гнатоцефалон, цефалоторакс, карапакс, торакоподы, антеннальные железы, лакуны, метаморфоз, висцеральный синус, жабры, синусовая железа, жевательный желудок, мускульный желудок, науплиус, пилорический желудок, сенсиллы

Подтип ТРАСНЕАТА - ТРАХЕЙНОДЫШАЩИЕ (=ТРАХЕЙНЫЕ)

Подтип подразделяется на два надкласса: Многоножки (*Myriapoda*) и Шестиногие (*Hexapoda*). Основанием для такого деления явились новые данные, свидетельствующие, что каждый из надклассов объединяет группу, но вместе с тем филогенетически различных классов с заметно отличающейся организацией.

Надкласс Многоножки – MYRIAPODA

Подкласс Malacostraca – Высшие раки

Отряд Lithobiomorpha – Костянки

Вид Костянка(=Камнелаз) *Lithobius forficatus*

Класс Diplopoda – Двупарноногие

Отряд Juliformia - Кивсяки

Вид Кивсяк песчаный (*Schizophyllum sabulosum*)

Многоножки - более примитивная группа Трахейнодышащих членистоногих, в значительной мере сохранившая черты червеобразных предков. Надкласс включает четыре класса: Губоногие (*Chilopoda*), Двупарноногие (*Diplopoda*), Пауроподы (*Paucopoda*), Симфилы (*Symphyla*).

Класс Губоногие - Chilopoda

Длина тела от нескольких миллиметров до 15–20 см. Тело уплощенное, сегментация гомономная. Голова слитная, несет длинные усики, скопления простых глазков и ротовой аппарат, состоящий из трех пар челюстей — пары мандибул и двух пар максилл. Сверху ротовой аппарат прикрыт складкой кожи — верхней губой.

Первый сегмент туловища несет пару сросшихся в непарную пластинку ногочелюстей, функционально примыкающую к ротовому аппарату, прикрывающую голову с

брюшной стороны и похожую на нижнюю губу с серповидными хватательными крючками. Их основное назначение — захват добычи и ее умерщвление. У основания крючков ногочелюстей имеются ядовитые железы. Два задних сегмента малы и снабжены 1–2 парами половых ножек - гоноподий по бокам от полового отверстия. *Тельсон* лишен конечностей. Для увеличения гибкости тела у некоторых наблюдается чередование по размерам сегментов — длинных и коротких. Последняя пара ходильных ног наиболее длинная и выполняет функцию органа чувств. Данный класс представлен несколькими отрядами. Наиболее распространенными являются представители четырех отрядов: Геофилы (*Gephilida*), Сколопендровые (*Scolopendrida*), Мухоловки (*Scutigermorpha*) и Костянки (*Lithobiida*).

Тело костянки *Lithobius forficatus* сильно уплощено и вытянуто в длину (рис. 83). Оно подразделяется на два отдела: голову и туловище. На голове располагается пара длинных нитевидных, состоящих из большого количества члеников усиков (антенн), которые покрыты многочисленными чувствительными волосками. По бокам головы располагаются простые глазки, с каждой стороны до 40 штук.

Голова костянки округлой формы (рис.84). Сегменты образовавшие голову, прочно спаяны без следа границ между ними. Ротовой аппарат многоножек образован тремя парами челюстей: м а н д и б у л а м и (жвалы), и двумя парами м а к с и л л. Мандибулы состоят из двух члеников (рис. 84, 2). Дистальная часть мандибулы по медианному краю вооружена хорошо развитыми хитиновыми зубами, мелкими зубчиками и жесткими волосками, с помощью которых перетирается пища. Первая пара максилл трехчленистая, снабжена чувствительными волосками и щетин-

ками; с помощью которых добыча удерживается у ротового отверстия. Вторая пара максилл одноветвистая, членистая, последний членик несет щетинки и к о г о т о к.

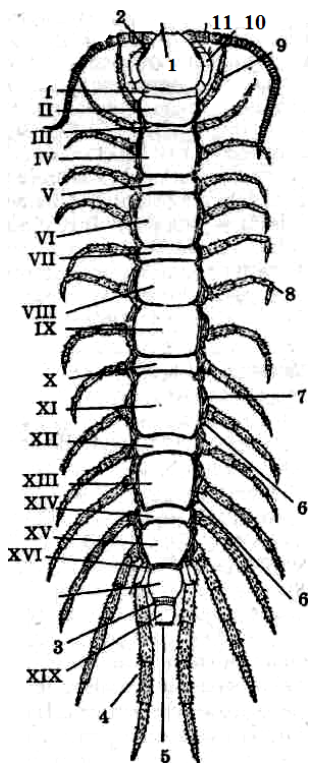


Рис. 83. Костянка *Lithobius forficatus*, вид со спинной стороны (из Зеликмана): 1 - голова; 2 - глазное поле с глазками; 3 - полоска интерсегментарной кожи; 4 - конечность XVI сегмента; 5 - анальное отверстие; 6 - стигмы; 7- мягкая кутикула плевры; 8 - конечность VIII сегмента; 9 - конечность II сегмента; 10 - ногочелюсть; 11- антенна; I-XIX — соответствующие сегменты туловища

Туловище состоит из 19 неравной длины сегментов. Короткие сегменты правильно чередуются с более длинными. Таким образом, имеет место нарушение гомономности сегментации. Первый туловищный сегмент несет ногоче-

люсти, функционально относящиеся к ротовому аппарату (рис. 83, 10).

Последующие 15 сегментов (2–16-й) снабжены однотипно устроенными ходильными (бегательными) конечностями. Конечности 16-го сегмента имеют наибольшую длину, направлены назад и выполняют главным образом чувствительную функцию. Последние три сегмента брюшка отличаются малыми размерами.

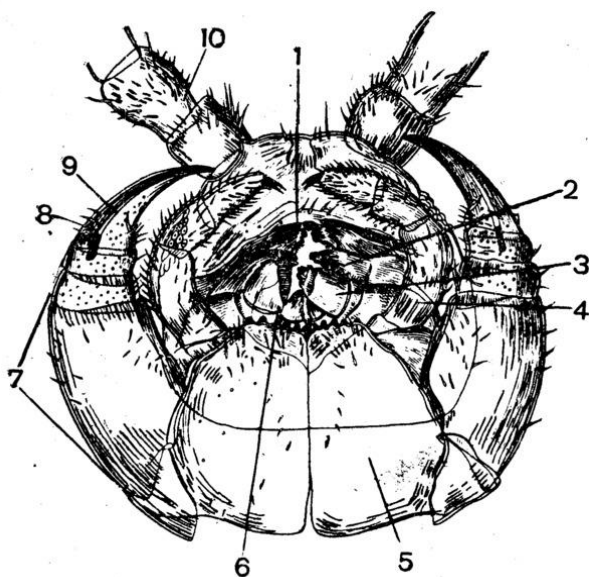


Рис. 84. Голова костьянки (из Зеликмана): 1 - верхняя губа; 2 - мандибула; 3 - первая максилла; 4-вторая максилла; 5- тазик 1-го туловищного сегмента; 6 - зубцы на переднем крае тазика; 7 - ногочелюсть; 8- когтевой членик ногочелюсти; 9 - канал ядовитой железы; 10 - усик

Семнадцатый сегмент (прегенитальный) несет пару коротких конечностей - половых ножек (г о н о п о д и й). Половое отверстие расположено на 18-м, генитальном сегменте, а 19-й сегмент несет анальное отверстие.

Класс Двупарноногие многоножки (=Кивсяки) — *Diplopoda*

Длина тела от нескольких миллиметров до 10–12 см, состоит из головы, свободного шейного сегмента и сегментированного туловища.

На туловищных сегментах располагается по две пары ног - результат попарного слияния сегментов и образования д и п л о с о м и т о в (рис.85).

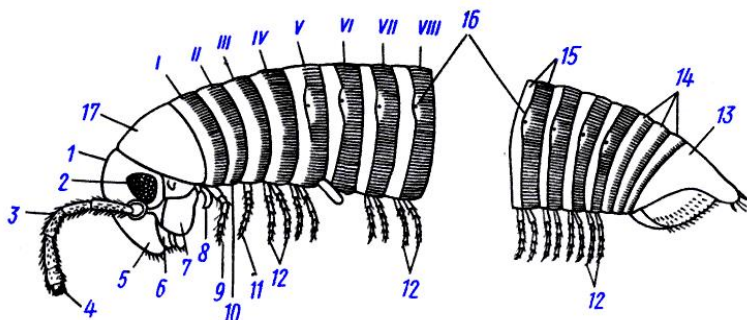


Рис. 85. Передний и задний конец тела самца кивсяка *Schizophyllum sabulosum* (по Иванову): 1-голова 2-глазное поле 3-антенна 4-обонятельные органы 5-верхняя губа 6-верхняя челюсть 7-щека 8-видоизмененная ножка 9-ножка 2-го туловищного сегмента 10-место полового отверстия 11-ножка 3-его сегмента 12-ножки двойных сегментов 13-тельсон 14- «молодые» сегменты зоны роста 15-слившиеся сегменты 16-отверстия ядовитых желез 17- «шейный» сегмент I-III - сегменты «груди» IV - VIII и т.д. -сегменты «брюшка»

Голова (рис. 86) состоит из слившихся акрона и трех головных сегментов, а четвертый головной сегмент (*шейный*) - свободный. Придатки головы — это усики, мандибулы и г н а т о х и л я р и й — непарная пластинка, образовавшаяся в результате слияния 1-й пары максилл. Гнатохиларий выполняет функции нижней губы - поддерживает пищу у рта.

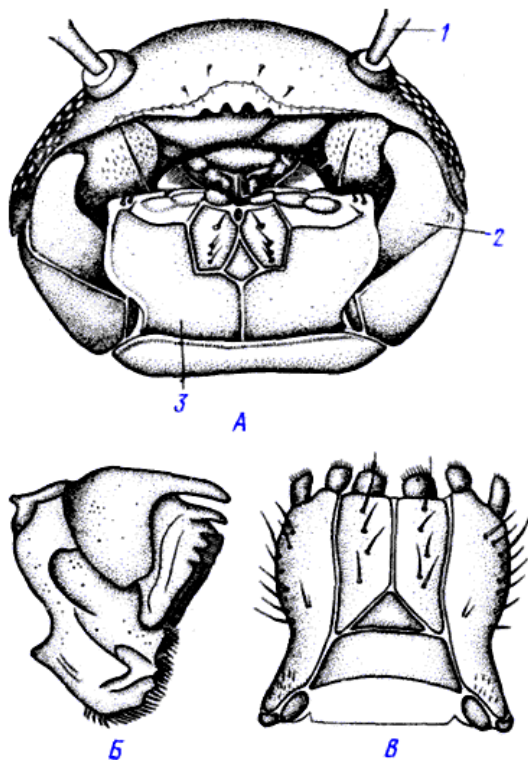


Рис. 86. Ротовой аппарат *Diplopoda* (из Догеля). А - внешний вид головы; Б - мандибула; В - гнатохиларий: 1 - основание усика, 2 - мандибула, 3 - гнатохиларий

Шейный сегмент без конечностей. Туловище состоит из трех передних сегментов, несущих по одной паре ножек, и последующих сдвоенных сегментов — д и п л о с о м и т о в с двумя парами ног на каждом. Заканчивается туловище анальной лопастью - тельсоном без придатков.

У самца на первом и восьмом туловищных сегментах имеются видоизмененные половые ножки — г о н о п о д ы. Число туловищных сегментов может достигать 30–75, а число пар ног - 139. Класс включает шесть современных

отрядов, но наиболее часто встречаются представители двух отрядов: Кивсяки (Juliformia) и Кистехвосты (Polyxenida). Представители: *Rossiuluskessleri* – кивсяк серый, *Schizophyllum sabulosum* – кивсяк песчаный, *Polyxenus lagurus* – кистехвост обыкновенный.

ЗАНЯТИЕ 19

Тип Arthropoda – Членистоногие

Подтип Tracheata – Трахейнодышащие

Надкласс Hexapoda – Шестиногие

Класс Insecta – Насекомые

Подкласс Ectognatha – Открыточелюстные

Внешняя морфология

Цель занятия – изучение особенностей внешней морфологии насекомых; знакомство с разнообразием внешнего строения имаго и преимагинальных стадий насекомых из разных таксонов, овладение методами морфологического исследования насекомых.

Оборудование: фиксированные насекомые, микропрепараты ротовых аппаратов, препаровальные лупы, пинцет, скальпель, препаровальные иглы, предметные стекла

Тело большинства насекомых цилиндрической формы несколько сплющено в дорсовентральном направлении, к концам сужено. Тело состоит из трех отделов (г а г м): голова, грудь, брюшко, которые четко различаются по строению не только входящих в их состав сегментов, но и придатков, конечностей, крыльев (рис.87).

Г о л о в а (*caput*) состоит из акрона и 4 слившихся сегментов. Акрон несет пару придатков – антенны (усики, сяжки). Усики насекомых состоят из разного числа члеников отличающихся по внешнему виду и размерам (рис. 88).

Антенны соединены с головой подвижно и выполняют функцию органов осязания и обоняния..

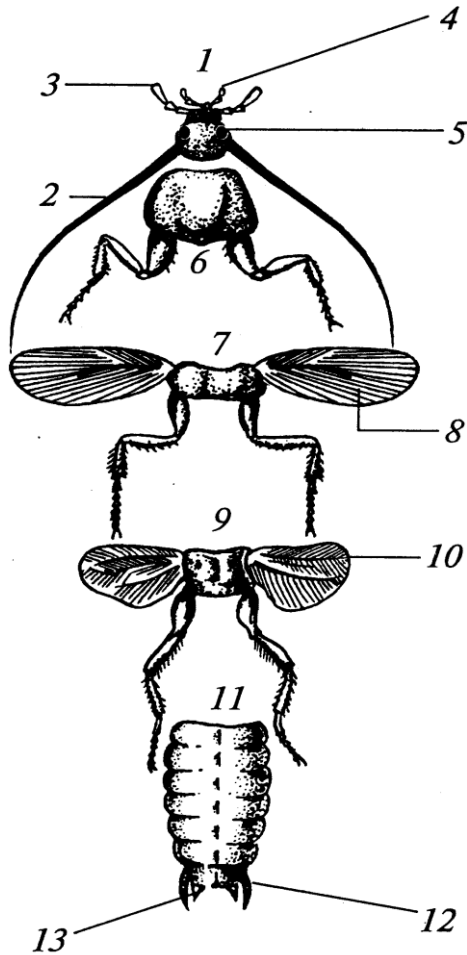


Рис. 87. Расчлененный самец черного таракана (из Шапкин и др.): 1- голова; 2- антенна; 3- щупик нижней челюсти; 4- щупик нижней губы; 5- фасеточный глаз; 6- переднегрудь; 7- среднегрудь; 8- надкрылья; 9- заднегрудь; 10- собственно крылья; 11- брюшко; 12- церки; 13- грифельки

Первый сегмент головы в разной степени редуцирован и называется вставочным или интеркалярным, конечности которого редуцируются.

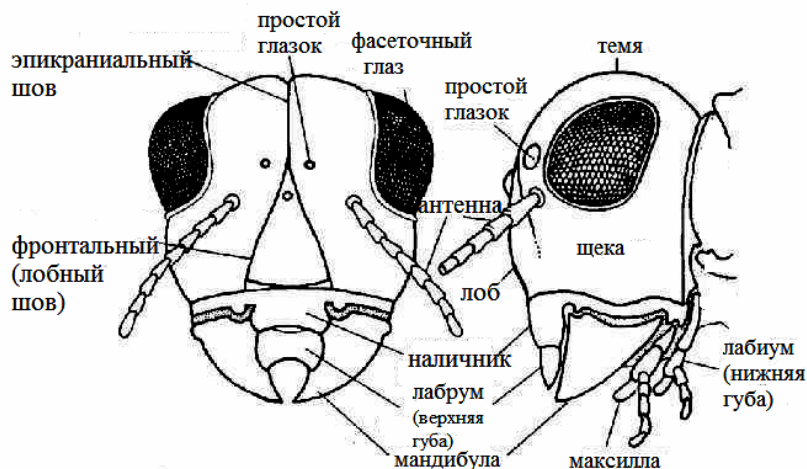


Рис.88. Схема внешнего строения головы насекомого

Второй, третий и четвертый членики головы несут по паре конечностей преобразованных в ротовые. На втором членике расположены верхние челюсти или жвалы (*mandibulae* – мандибулы), на третьем – нижние челюсти (*maxilla* – максиллы), на четвертом – нижняя губа (*labium* – лабиум).

Верхние и нижние челюсти парные, а нижняя губа непарный продукт частичного слияния второй пары нижних челюстей. Относящаяся к ротовому аппарату верхняя губа (*labrum* – лабрум) конечностью не является, а представляет собой непарный кожистый вырост покровов. (но некоторые источники подтверждают, что голова насекомых формируется из слияния акрона+5 сегментов, тогда верхняя губа является видоизмененной конечностью). Совокупность ротовых конечностей, верхней губы и подклоточника (г и п о ф а р и н к с а) образуют ротовой аппарат (рис. 89).

Ротовой аппарат насекомых из различных отрядов отличается по строению, это связано с адаптацией к характеру принимаемой пищи.

В зависимости от типа ротового аппарата видоизменяются составляющие его части. При изображении ротовых аппаратов гомологичные структуры необходимо раскрасить одинаковыми цветами.

Грызущий ротовой аппарат черного таракана (рис. 89). Этот тип ротового аппарата считается исходным, тогда как прочие возникли в результате его модификации.

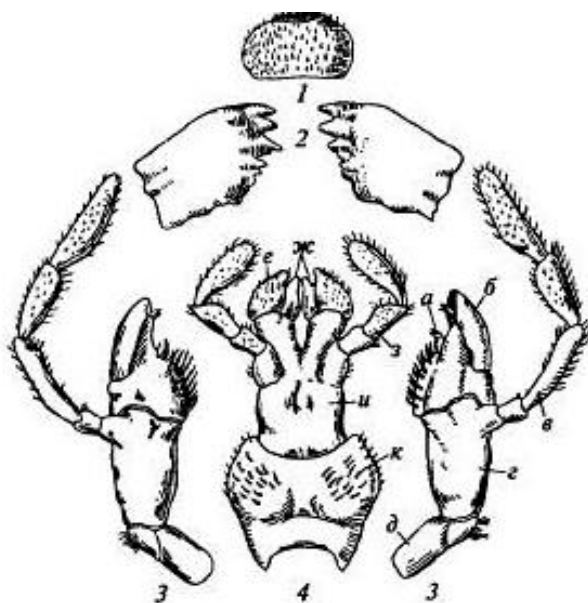


Рис. 89. Ротовой аппарат черного таракана (по Н.Н. Богданову-Катькову): 1- верхняя губа; 2- верхние челюсти (жвалы); 3- нижние челюсти; 4- нижняя губа (а – внутренняя и б – наружная жевательная лопасти, в – нижнечелюстной щупик. г – ствол, д – основной членик, е – придаточные язычки, ж – язычки, з – нижнегубной щупик, и – подбородок, к – подбородок)

Ротовой аппарат черного таракана отличается относительно невысокой степенью склеротизации, в связи с чем эти насекомые могут измельчать лишь сравнительно мягкую пищу.

Сверху ротовые части черного таракана прикрывает непарная верхняя губа (лабрум), представляющая собой складку стенки тела в виде широкой пластины с прямоугольным основанием и закругленной вершиной. Она подвижно причленена к головной капсуле под наличником. Верхняя губа выполняет роль передней стенки предротовой полости. За ней следует пара верхних челюстей — жвал, или м а н д и б у л. Это две толстые нерасчлененные пластинки, зазубренные по внутреннему краю и играющие наиболее важную роль в размельчении пищи.

Первая пара нижних челюстей расположена по бокам рта, причем каждая челюсть состоит из двучленикового основания и сидящих на его вершине трех придатков: двух лопастей, внутренней и наружной, и членистого челюстного щупика. Вторая пара нижних челюстей насекомых сливается и образует непарную пластинку — *нижнюю губу*. Соответственно происхождению нижняя губа состоит из основной пластинки и сидящих на ней трех пар придатков. Последние представляют собой две пары нерасчлененных лопастей и пару нижнегубных щупиков. К ротовому аппарату относится также хитиновое выпячивание дна ротовой полости — *гипофаринкс*.

Ротовой аппарат *грызуще-лизущего типа* (лакающего) (рис. 90) характерен для пчелиных, имаго которых собирают нектар из цветков, и по строению напоминает рассмотренный выше грызущий, где все элементы в той или иной степени подверглись модификации.

Верхняя губа представляет собой короткую, но широкую хитинизированную пластинку, верхний закруглённый край которой покрыт многочисленными волосками.

Верхние челюсти не играют существенной роли в процессе потребления пищи, но активно используются для обработки воска, для перемещения или разгрызания травинок и других предметов при строительстве гнезда. У медоносной пчелы мандибулы имеют характерный желобок и используются для сбора пыльцы.

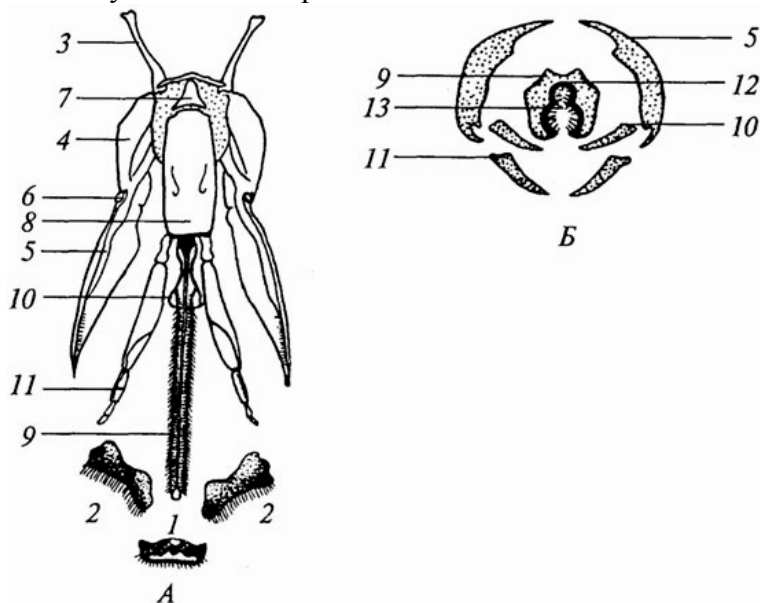


Рис.90. Ротовой аппарат грызуще-лижущего типа (медоносная пчела)(из Шапкин и др.): А- ротовые части; Б- схема поперечного разреза: 1- верхняя губа, 2- верхняя челюсть, 3- 6- нижняя челюсть (3- основной членик; 4- стволик; 5- наружная лопасть; 6- нижнечелюстной шупик); 7-11 – нижняя губа (7- подбородок; 8- подбородок; 9- внутренние лопасти – язычок; 10- наружная лопасть; 11- нижнегубной шупик); 12- слюнного канала; 13- пищевого канала

Нижние челюсти и нижняя губа объединены в хоботок. Основания максилл имеют палочковидную форму. К ним прилегают хорошо развитые стволики. Наружные жевательные лопасти хорошо развиты, имеют форму вытянутых клиновидных пластинок, способных при необ-

ходимости желобоподобно изгибаться. Внутренние жевательные лопасти, как и нижнечелюстные щупики, рудиментарны и располагаются у оснований наружных жевательных лопастей.

Подподбородок нижней губы имеет форму треугольника со слегка вогнутыми сторонами и причленяется к головной капсуле. Подбородок удлинённый, бочонкообразный. К нему причленен единый язычок (глосса), имеющий ребристую поверхность и снабженный многочисленными волосками. В толще язычка проходит канал, служащий для всасывания жидкой пищи. Придаточные язычки имеют вид коротких желобчатых пластинок. Сбоку от них отходят нижнегубные щупики.

Хоботок является весьма эффективным приспособлением для потребления нектара. Смыкающиеся наружные жевательные лопасти нижних челюстей образуют дорсальную и боковые стенки, а первые членики нижнегубных щупиков — вентральную стенку трубчатого канала хоботка. Внутри размещается язычок, который при потреблении животным жидкой пищи вибрирует. Малые количества нектара, находящиеся к тому же в наиболее труднодоступных местах, удастся достать с помощью длинного язычка и откачать по его внутреннему каналу.

У *Колюще-сосущего типа ротового* аппарата комара верхняя губа имеет вид длинной тонкой трубки с косо срезанным, заостренным концом (рис.91). Стенки этой трубки не сплошные: вдоль внутренней (вентральной) ее стороны идет шов с неспаянными краями. Кроме того, толщина стенок крайне неравномерна: спереди (с дорсальной стороны) она больше, чем сзади (с вентральной стороны), вокруг шва. К последнему прилегает комплекс сложенных определенным образом остальных стилетоподобных элементов, имеющих на срезе слегка вогнутую форму.

Мандибулы превращены в тонкие жесткие хитиновые щетинки, заостренные на вершине и зазубренные по краям. Нижние челюсти превратились в примерно такие же щетинки, но сохранили длинные и тонкие членистые щупики. Гипофаринкс также трансформировался в желобоподобную, стилетообразную щетинку. Внутри он пронизан тонким каналом, по которому в рану подается слюна насекомого. В нерабочем состоянии весь этот комплекс элементов спрятано в чехле, образованном нижней губой. В отличие от клопов, у комаров она не члениста и содержит больше мягких тканей.

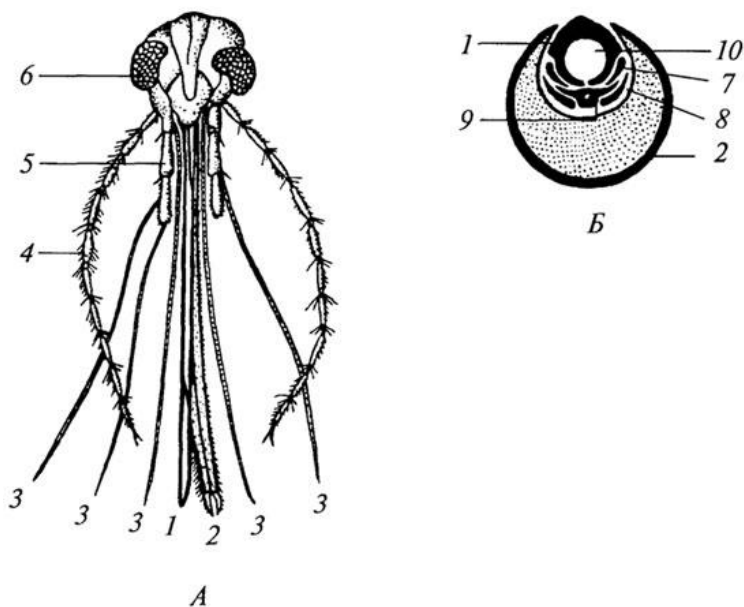


Рис. 91. Строение ротового аппарата колюще-сосущего типа (самка комара)(из сайта <https://cleaningz.ru>): А- голова с ротовыми частями; Б- схема поперечного разреза: 1-верхняя губа; 2- нижняя губа; 3- пять колющих щетинок (верхние челюсти- две, нижние челюсти – две, гипофаринкс – один); 4- антенна; 5- щупик нижней челюсти; 6- фасеточный глаз; 7- верхняя челюсть; 8- нижняя челюсть; 9-гипофаринкс со слюнным каналом; 10- пищевой канал

Сосущие ротовые органы встречаются у чешуекрылых и устроены в виде сосательного хоботка (рис. 92). Ротовой аппарат характеризуется необычным развитием первой пары нижних челюстей (максилл) и редукцией всех остальных частей. Верхняя губа едва различима, жвал (мандибул) нет. Нижняя губа образует небольшую нерасчлененную треугольную пластинку, снабженную трехчлениковыми щупиками. Нижняя челюсть каждой стороны вытянута в очень длинный желобок, вогнутость которого обращена к медианной линии тела.

Желобки обеих сторон плотно прикладываются друг к другу краями, образуя трубку. В покоящемся состоянии хоботок свернут на брюшной стороне в крутую спираль и спрятан под головой. В расправленном виде хоботок засовывается внутрь цветков при высасывании нектара.

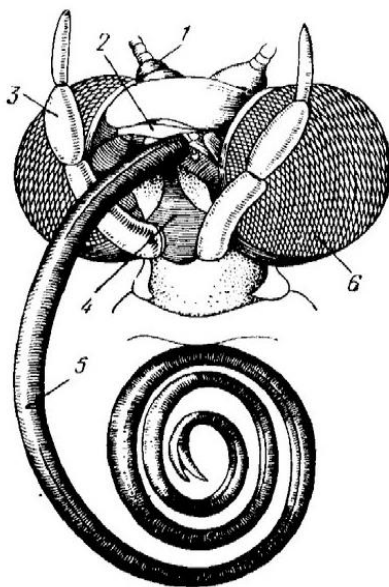


Рис.92. Сосущий ротовой аппарат бабочки (из Догеля): 1- основание усиков; 2- верхняя губа; 3- нижнегубной щупик; 4- нижняя губа; 5- хоботок (нижние челюсти); 6- фасеточный глаз

Лизущим ротовым аппаратом обладают многие мухи из двукрылых. Главная часть аппарата – мясистая нижняя губа (хоботок), заканчивающаяся двумя большими пластинчатыми выростами (рис.93). Последние снабжены сложно устроенным фильтрующим аппаратом.

Мандибулы и первая пара нижних челюстей (максиллы) атрофированы, хотя челюстные щупики сохраняются. Верхняя губа и гипофаринкс, расположенные в желобобразном углублении на передней стенке нижней губы, в совокупности с ней образуют трубочку, в которую и поступает жидкая пища, слизанная и профильтрованная пластинчатыми выростами нижней губы. В некоторых случаях может происходить вторичное упрощение или даже почти полная редукция ротового аппарата.

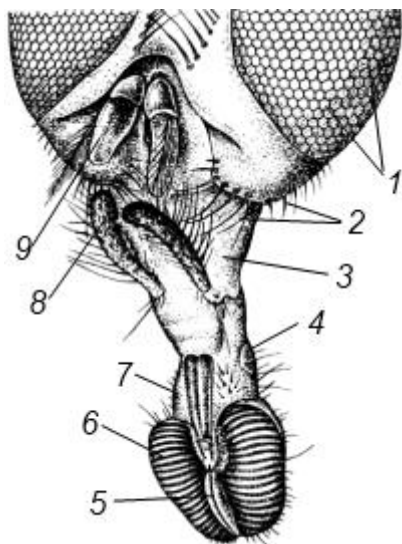


Рис. 93. Строение лижущего аппарата комнатной мухи (из <https://liceu.net>): 1- фасеточный глаз; 2- вибриссы(осязательные механочувствительные волоски); 3- основание хоботка; 4- нижняя губа; 5- губная лопасть; 6- ротное отверстие; 7- верхняя губа; 8- нижне-челюстные щупики; 9- усики

На голове также расположены органы зрения сложные (фасеточные) и простые глаза.

Антенны (усики) считаются придатками акрона (головной лопасти) и не гомологичны конечностям. Основная функция антенн — чувствительная — обеспечивается наличием огромного числа рецепторов (химических, тактильных и др.). В составе многочлениковых антенн принято выделять: основной членик (рукоятку), ножку (педцелл), обычно имеющую наибольшую длину среди всех члеников, жгутик (бич), объединяющий все остальные членики.

Строение антенн у насекомых разных эколого-систематических групп весьма разнообразно (рис. 94).

Щетинковидные (шиловидные) антенны состоят из многочисленных линейно расположенных члеников и постепенно утончаются к вершине. Нитевидные антенны состоят из многочисленных линейно расположенных члеников и имеют одинаковую толщину по всей своей длине.

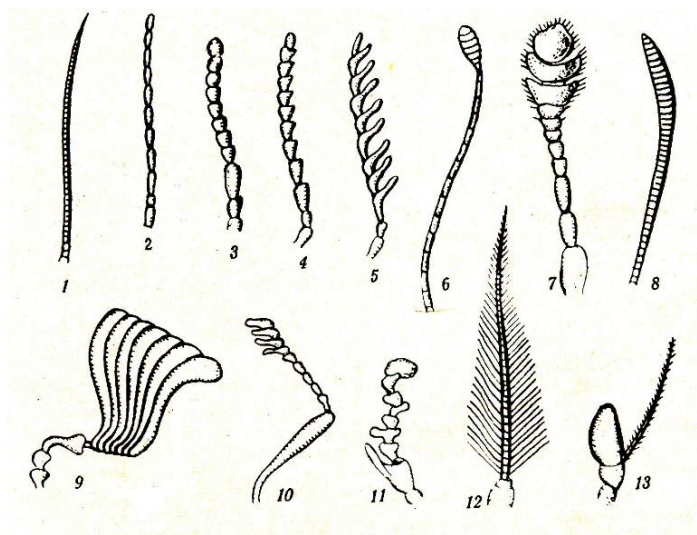


Рис. 94. Форма усиков насекомых (основные типы строения) (из сайта <https://ds02.infourok.ru>): 1- щетинковидный; 2- нитевидный; 3- четковидный; 4- пильчатый; 5- гребневидный; 6- булавовидный; 7- головчатый; 8- веретеновидный; 9- пластинчато-булавый; 10- коленчато-гребенчатобулавый; 11- неправильный; 12- перистый; 13- щетинконосный

Четковидные антенны состоят из округлых или продолговато-овальных члеников, имеющих наименьший диаметр в местах причленения к соседним.

Пиловидные (пильчатые) усики состоят из члеников, имеющих боковые выступы наподобие зубцов пилы.

Гребневидные (гребенчатые) усики состоят из члеников, несущих с внешней стороны длинные боковые пластинки.

тинчатые отростки, которые образуют своеобразную гребенку.

Булавовидные усики отличаются утолщающимися вершинными члениками, образующими округлую компактную булаву.

Веретенovidные антенны имеют наибольшую ширину в средней части и постепенно сужаются как к вершине, так и к основанию.

Пластинчато-булавовидные усики иногда рассматриваются в качестве варианта булавовидных. Вершинные членики сильно укорочены и несут крупные пластинчатые боковые отростки. Внутренняя мускулатура позволяет такой булаве веерообразно расправляться и складываться.

Коленчатые антенны характеризуются вытянутым основным члеником, несущим расположенный под углом к нему относительно мелкочленистый жгутик.

Перистые антенны состоят из члеников, несущих как с внешней, так и с внутренней стороны гибкие щетинковидные отростки, образующие характерное оперение.

Щетинконосные антенны, как правило, состоят из трех крупных члеников, последний из которых имеет характерную чувствительную щетинку, гладкую или перистую.

Г р у д ь (*thorax* – торакс) насекомых состоит трех сегментов: переднегруди, среднегруди и заднегруди (про-, мезо-, метаторакс).

Грудные сегменты не слиты между собой, а соединены более или менее подвижно и несут по паре конечностей выполняющих функцию передвижения – *ходильные ноги*.

Н о г и всех насекомых построены по одному принципу и состоят из пяти отделов: основного членика – тазика (*coxa* – кокса); вертлуга (*trochanter* – трохантер); бедра (*femur* – фемур); голени (*tibia* – тибия); лапки (*tarsus* – тарсус) (рис. 95). Последний отдел (лапка) состоит максимально из пяти члеников и оканчивается коготками.

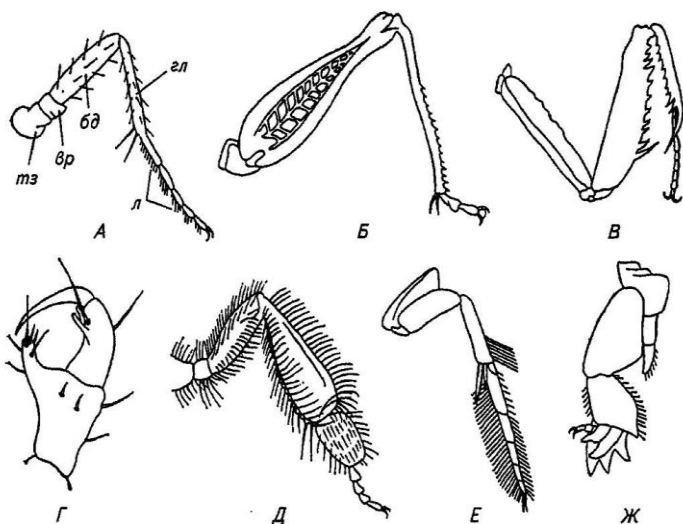


Рис.95. Рис.95. Различные типы ног насекомых (по разным авторам): А – ходильная нога: *тз* - тазик; *вр* - вертлуг; *бд* - бедро; *гл* – голень; *л* - лапка; Б, В, Г, Д, Е, Ж - соответственно прыгательная, хватательная, прицепная, собирательная, плавательная, копательная нога

Как и ротовые конечности ноги могут видоизменяться в зависимости от выполняемых функций. Исходным является ходильный тип грудных конечностей, служащий для медленного передвижения (ходьбы), близок к нему бегательный тип – все части более вытянуты и приспособлены для быстрого передвижения (бега). Сильно отличаются от этих двух типов высокоспециализированные ноги прыгательного, копательного, плавательного, хватательного типов и др. (рис. 95). Чаще всего изменению подвержены передние и задние ноги, средние обычно близки к исходному типу строения.

Исходными считаются конечности ходильного типа, для которых характерны лапки с уплощенной нижней поверхностью, несущей большое количество волосков или щетинок и называемой подошвой.

Бегательные конечности (тараканы) - тазик представляет собой основной членик, который неподвижно причленяется к грудному стерниту. Вертлуг располагается вдоль сочленения тазика и бедра. Бедро — наиболее крупный продолговатый членик. К нему причленяется также продолговатая, но более тонкая голень. Членистая лапка, сравнимая по длине с голенью, на вершине несет слегка изогнутые коготки. Бегательные конечности обеспечивают быстрое перемещение по субстрату и удерживают тело высоко над его поверхностью, что необходимо, например, при передвижении по раскаленному солнцем песку. От ходильных конечностей бегательные отличаются относительно большей длиной и стройностью, а также строением лапки.

Прыгательные конечности (кузнечики) обеспечивают передвижение прыжками, когда значительное расстояние преодолевается практически мгновенно. У многих насекомых, передвигающихся таким образом, сильно удлиненные мощные бедра с развитой мускулатурой. Голени также удлинены пропорционально длине бедер.

Копательные конечности (медведки) предназначены для рытья ходов в почве, зачастую пронизанной многочисленными мелкими корнями растений. Все элементы такой конечности сильно хитинизированы, укорочены и уплощены. Преимущественное развитие получает голень, которая снабжена мощными заостренными зубцами. Лапка подвергается редукции, но сохраняется.

Плавательная (гребная) конечность (плавунцы) характеризуется ограниченностью свободы движений большинства ее члеников относительно друг друга. В результате формируется единая гребная поверхность, работающая

как весло. Лапка уплощена и снабжена многочисленными длинными волосками.

Хватательные конечности (богомолы) по принципу работы напоминают складной (перочинный) нож или капкан: удлинённые бедро и голень при сведении зажимают добычу. Лапка, которая могла бы затруднять функционирование такой конечности, редуцирована, сохранился один членик.

Для собирательной конечности (пчелы) характерно особое строение голени и первого членика лапки: внешняя поверхность голени гладкая, но по краям ее расположены многочисленные длинные изогнутые волоски, ограничивающие так называемую корзинку, которая служит для накопления и переноса пыльцы. Внутренняя поверхность очень крупного первого членика лапки усажена многочисленными волосками, за что это образование получило название *щеточки*.

Кроме ног грудь несет другие органы передвижения – **к р ы л ь я**. В исходном состоянии имеется две пары крыльев, расположенных на средне- и заднегруди, поэтому эти два сегмента называются **п т е р о т р а к с** – pterothorax (дословно – крылогрудь).

Насекомые могут быть бескрылыми. Существуют первичнобескрылые насекомые (древняя бескрылая группа) и вторичнобескрылые – перешедшие к паразитизму насекомые (вши, блохи). Наконец, количество крыльев может уменьшаться, так, у представителей отряда Двукрылые вторая пара крыльев редуцируется, вместо них на заднегруди расположены жужальца (рудименты крыльев).

Крылья не являются конечностями, а представляют собой выросты стенок тела, поэтому по своей природе это двухслойная пластинка, в полость которой заходят нервные и трахейные стволы, образующие жилки. Комплекс жилок (жилкование) имеет важное значение в систематике

насекомых. Каждая жилка имеет свое название: костальная, (C), субкостальная (Sc), радиальная (R), медиальная (M), кубитальная (Cu), анальная (An), югальная (Ju) (рис.96).

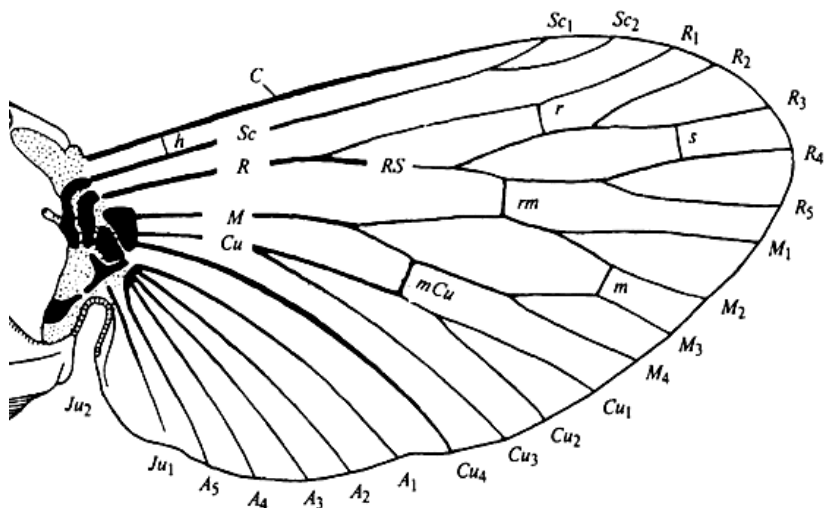


Рис.96. Жилкование крыльев насекомых (из Зеликмана): **продольные жилки:** C – костальная; Sc – субкостальная; Sc₁, Sc₂ – две ветви субкостальной жилки; R- радиальная; R₁- передняя ветвь; RS- задняя ветвь (или сектор радиуса); R₂, R₃, R₄, R₅- еще четыре ветви радиальной жилки (сектора радиуса), M – медиальная жилка; M₁, M₂, M₃, M₄ – ветви медиальной жилки; Cu – кубитальная жилка; Cu₁ – Cu₃ – три ветви кубитальной жилки; Cu₄ – первая анальная жилка; A₁ – A₅ – анальные жилки; Ju₁ - Ju₂ - югальная область.

Поперечные жилки: h – плечевая; r – радиальная поперечная; s – поперечная сектора; rm – радиально-медианная; m – медиальная поперечная; mCu – медиокубитальная

Крылья насекомых по своему происхождению являются нечленистыми придатками второго и третьего грудных сегментов, образованными складками стенки тела. Форма, размеры и другие морфологические характеристики крыльев у представителей разных отрядов насекомых могут сильно различаться.

Наиболее распространенной является треугольная форма крыла. Различают *основание*, которым оно причленяется к грудному сегменту, противоположный ему *апикальный (вершинный) угол* и лежащий сзади нижний, или *задний угол* (рис. 96). Стороны крылового треугольника называются *к р а я м и*: костальным, или передним (соединяет основание с апикальным углом), терминальным, или наружным (апикальный и нижний углы), дорсальным, или задним (основание и нижний угол).

Крылья в различных отрядах насекомых устроены по-разному, они отличаются формой, размером, количеством и формой жилок, консистенцией, наконец, они отличаются функционально (рис. 97).

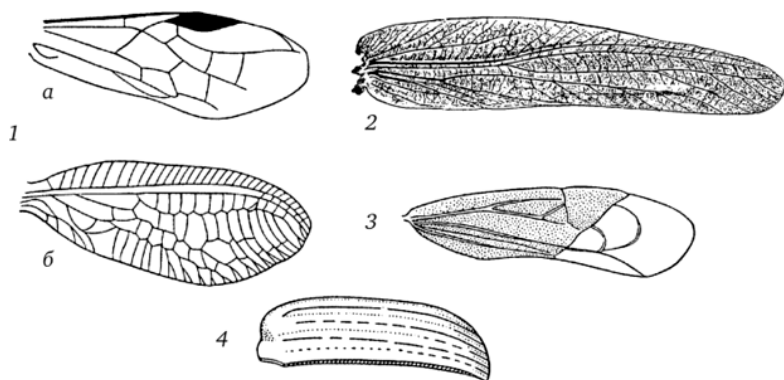


Рис.97. Типы крыльев насекомых (по разным авторам): 1 - пленчатые (а - с перепончатым жилкованием; б - с сетчатым жилкованием); 2 - кожистое (с сетчатым жилкованием); 3 - полужесткое (с перепончатым жилкованием); 4 - жесткое (жилкование не выражено)

Таким образом, крыло не конечность, оно не членистое, имеет иное происхождение, между двумя пластинками крыла пролегают *ветвящиеся* и *неветвящиеся* ж и л к и. Наличие югальная области (новокрылые насекомые), обес-

печивает возможность насекомому складывать крылья вдоль тела, включает целый набор неветвящихся югальных жилок.

Таким образом основная функция груди – локомоторная, т.е. она несет основные структуры отвечающие за передвижение. На груди также имеются дыхательные отверстия – с т и г м ы, через которые в трахеи поступает воздух.

Б р ю ш к о (*abdomen* – абдомен) самая многочленистая часть тела (рис. 98, 99).

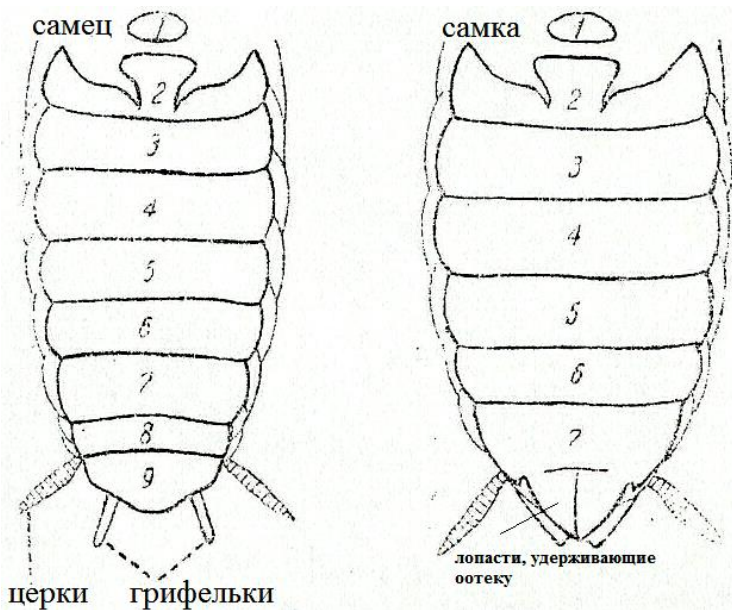


Рис.98. Брюшко черного таракана снизу. Цифрами обозначены номера стернитов (по Майоллу и Денни, 1886)

Число видимых сегментов на брюшке достигает 10. Чем более эволюционно продвинут тот или иной отряд насекомых, тем меньше у его представителей сегментов в брюшке. Так, некоторые перепончатокрылые и двукрылые

имеют 4–6 сегментов, тогда как остальные входят в состав половых органов.

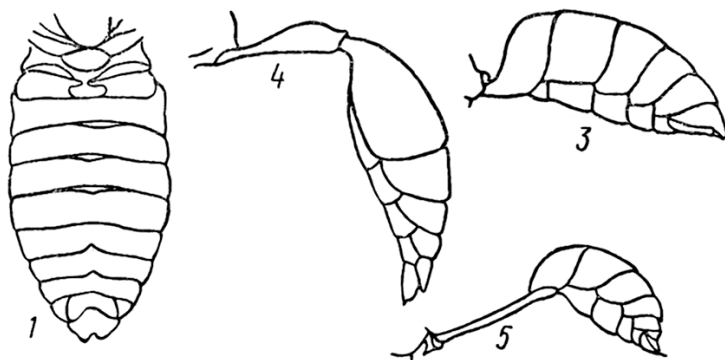


Рис. 99. Типы брюшка насекомых: 1 – *сидячее* пилильщика; 3 – *висячее* осы, 4 – *стебельчатое* осы, 5 – *длинностебельчатое* наездника

На брюшке нет ярко выраженных конечностей, хотя и существуют их рудименты – *церки*, *грифельки*, у некоторых насекомых *яйцеклад*, *жало*. По бокам брюшка расположены стигмы. В брюшке насекомых находится основная масса внутренних органов.

Задание 19

1. Несмотря на значительные внешние различия, многообразные типы ротовых аппаратов обладают сходством в строении и особенно в расположении элементов, составляющих единый аппарат. Используя рис. 100, сравните основные типы ротовых аппаратов насекомых.

2. Сколько сегментов образуют головную капсулу насекомого и как это можно доказать?

3. Приведите примеры насекомых, у которых строение ротового аппарата от ротового аппарата их личинок.

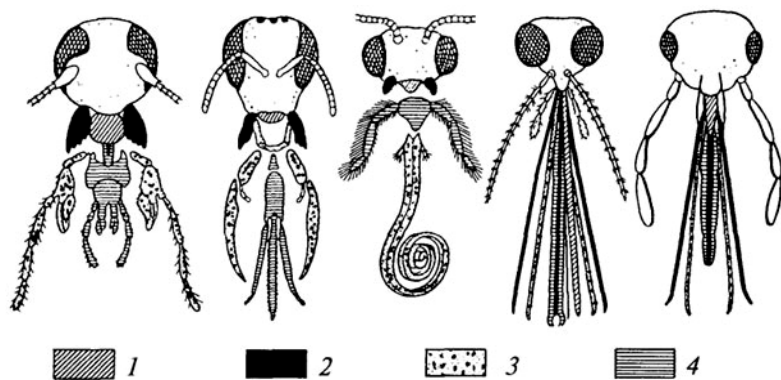


Рис. 100. Сравнительная схема типов строения ротового аппарата насекомых. Слева направо – ротовые аппараты таракана, шмеля, бабочки, комара, клопа. Однородные органы заштрихованы одинаково: 1- верхняя губа; 2- мандибулы; 3- максиллы; 4- нижняя губа

4. Заполните таблицу 10.

Таблица 10.

Элементы сравнения	Общие черты строения насекомых и кольцецов	Черты отличия	
		насекомые	кольцецы
Сегментация			
Отделы тела			
Локомоторные органы			
Кожные покровы			
Мускулатура			
Сегменты головы			

5. Рассмотрите под бинокулярным микроскопом различные типы усиков насекомых. Зарисуйте представленные типы усиков насекомых.

6. Каково происхождение крыльев насекомых? Как это можно доказать?

7. Рассмотрите разные типы конечностей насекомых. Зарисуйте представленные типы конечностей насекомых (на всех конечностях гомологичные части раскрасьте одним цветом).

8. Рассмотрите под бинокляром и изучите особенности жилкования крыльев бабочки. Зарисуйте схему жилкования крыльев бабочки боярышницы и сделайте следующие обозначения: продольные жилки - костальная (C), субкостальная (Sc), радиальные (R), медиальные (M), кубитальные (Cu), анальные (A); поперечные - дискальные (D).

Вопросы для самоконтроля

1. Строение головного отдела насекомых (сегментарный состав, придатки).

2. Типы ротовых аппаратов насекомых (их составные части и особенности строения в связи с характером принимаемой пищи и способом питания).

3. Грудной отдел тела насекомых (сегментарный состав, конечности).

4. Крылья насекомых (их строение, происхождение, видоизменения, работа).

5. Брюшной отдел насекомых (сегментарный состав, придатки).

6. Каковы функции брюшных придатков?

Объясните значение терминов

Антенны (усики, сяжки), интеркалярный сегмент, ротовые конечности, стигмы, торакс, верхняя губа, жвалы (мандибулы), максиллы (нижние челюсти), нижняя губа,

гипофаринкс (язык), передне- средне- и заднегрудь, тергит, стернит, плейрит, тазик (ляжка), вертлуг, бедро, голень, лапка, крылья, жилкование крыльев, надкрылья (элитры), жу- жжальца, грифельки, церки.

МОРФОЛОГИЯ ПРЕИМАГИНАЛЬНЫХ СТАДИЙ НАСЕКОМЫХ

Насекомые в своем развитии проходят три обязательные стадии: яйцо, личинка, имаго (гемиметаболические насекомые) (рис. 101, А), у голометаболических насекомых имеется еще одна стадия – куколка (рис. 101, Б-Д).

В фазе личинки происходят рост и развитие особи, в фазе имаго - размножение и расселение. В других случаях между двумя фазами возникает промежуточная – куколка. В соответствии с общим числом фаз развития различают два основных типа метаморфоза (превращения).

Личинки гемиметаболических насекомых схожи в строении со взрослыми стадиями как морфологически, так и по образу жизни, поэтому такие личинки называются имагообразными (н и м ф а м и).

Н а я д ы - это личинки насекомых, развивающихся с неполным превращением, обитающие в воде. Они похожи и на имаго. Наяды имеют фасеточные глаза и в старших возрастах снабжены зачатками крыльев. Для них характерно наличие зачаточных (провизорных) органов. Так, у личинок стрекоз (рис. 102, А) имеется своеобразная измененная нижняя губа и отчасти челюстями, превращенными в хватательный аппарат, так называемую маску. Кроме того, личинки стрекоз и поденок обладают наружными органами дыхания трахейными жабрами, у поденок они располагаются на брюшных сегментах (рис. 102, Б), их форма может быть разнообразной: листовидной, перистой и т. д.

Личинки голометаболических насекомых мало напоминают имаго, или совсем на них не похожи. Кроме того,

личинки этих насекомых ведут отличный от имаго образ жизни (отличается среда обитания, принимаемая пища и т.д.). Такие личинки называются *истинными личинками*.

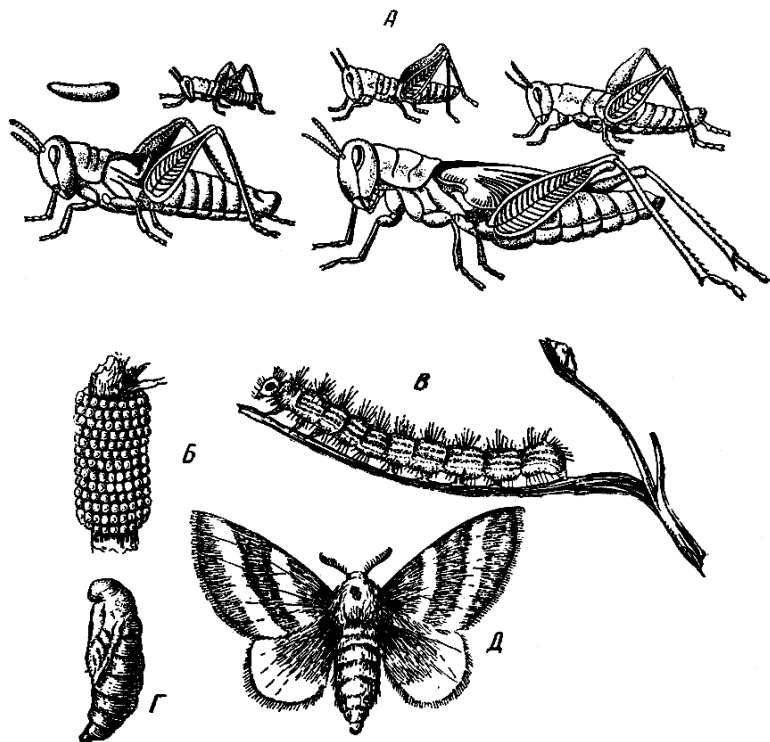


Рис. 101. Неполное и полное превращение у насекомых (по Вержбицкому): А — неполное превращение саранчи: яйцо и личинки 1 — 5 возрастов, в общем сходные с взрослым насекомым. Внизу — полное превращение бабочки кольчатого шелкопряда; Б — яйца, кольцами приклеенные вокруг ветки; В — гусеница; Г — куколка; Д — бабочка

Большинство личинок голометаболических насекомых относится к трем группам. *Камподеовидные* — подвижные, темноокрашенные, с тремя парами ног и обособлен-

ной направленной вперед головой (жужелицы, стафилины, плавунцы и т.д.).

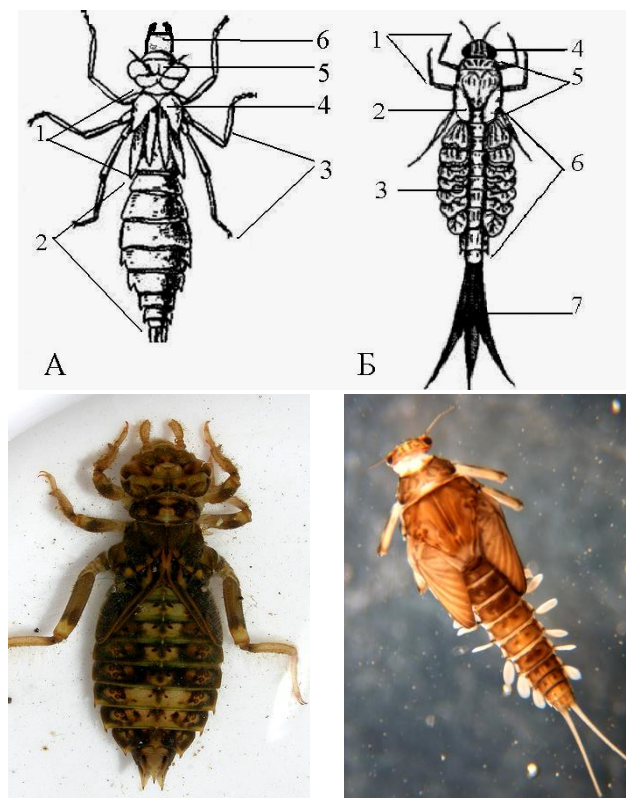


Рис. 102. Внешний вид наяд ([https:// blancowateratlas.wordpress.com](https://blancowateratlas.wordpress.com)): А - стрекозцы: 1 - грудь; 2 - брюшко; 3 — ноги; 4 — крыловые зачатки; 5 — голова; 6 — маска. Б – поденки: 1 - ноги; 2 - крыловые зачатки; 3 — трахейные жабры; 4 - голова; 5 - грудь; 6 - брюшко; 7 – хвостовые нити

- *Червеобразные* малоподвижные, светло-окрашенные личинки, они безногие (двукрылые, перепончатокрылые, некоторые жуки), или с грудными ногами (многие жуки).

- *Гусеницеобразные* – умеренно подвижные, с тремя парами грудных ног и 2–8 парами брюшных ног (бабочки, пилильщики) (рис. 103, 104).

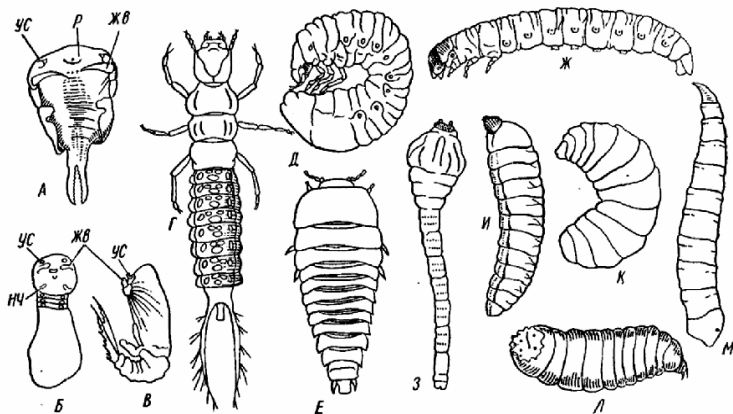


Рис.103. Типы истинных личинок (из Бей-Биенко): А–В – протоподные (проктотрупоидные); Г- камподоидные; Д–Е - червеобразные; Ж – гусеницеобразные; З–М – червеобразные аподные (безногие): ус- усики, р- рот, жв- жвалы, нч – нижние челюсти

Различают настоящих гусениц, у которых количество ложноножек соответствует 4–6 парам, и ложногусениц с 6–8 парами ложноножек.

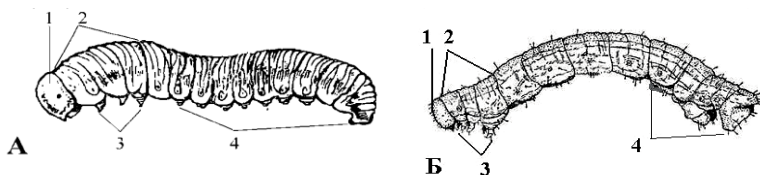


Рис. 104. Внешний вид гусениц насекомых: А - ложная гусеница пилильщика; Б - настоящая гусеница бабочки. 1 - голова; 2 – грудь; 3 - грудные (истинные) ноги; 4 - брюшные (ложные) ноги

Куколки голометаболических насекомых бывают трех основных типов. *Открытые* (свободные) – со свободными, прижатыми к телу имагинальными придатками (жуки, перпончатокрылые, блохи, двукрылые) (рис.105,А). *Покрытые* – с тесно прижатыми к телу имагинальными придатками (бабочки, некоторые двукрылые, жуки) (рис. 105, Б). *Скрытые* (пупарии) – покрыты несброшенной личиночной шкуркой, внутри находится типичная открытая куколка (высшие двукрылые) (рис.105, В).

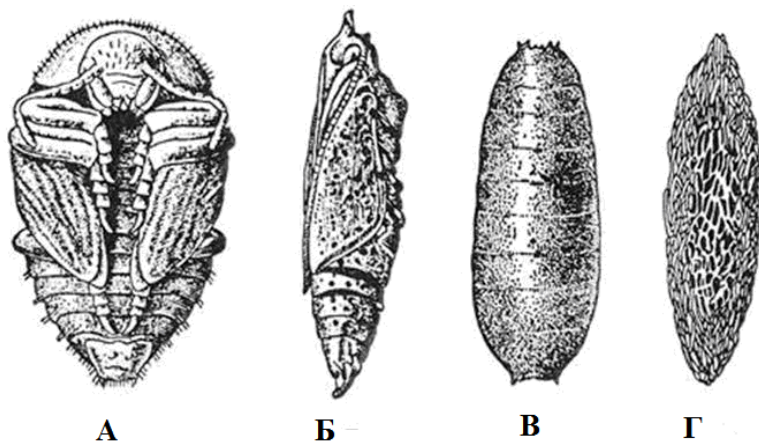


Рис. 105. Типы куколок (из Шапкин и др.): А- открытая (свободная) куколка жука листоеда; Б- покрытая куколка бабочки капустной белянки; В- куколка капустной мухи, окруженная личиночной кожей, ложным коконом, или пупарием; Г- кокон капустной моли

Куколка живет за счет запасов, накопленных личинкой, и часто рассматривается как фаза покоя. В действительности под оболочкой куколки идут интенсивные процессы внутренней перестройки личиночной организации на имагинальную. Открытые, или свободные куколки имеют свободные, лишь прижатые к телу имагинальные придатки (усики, крылья, ноги).

Внутри куколки совершаются сложные морфофизиологические перестройки, которые слагаются из двух процессов: *гистолиза и гистогенеза*.

Г и с т о л и з состоит из распада внутренних органов личинки, который осуществляется форменными элементами гемолимфы - гемоцитами, проникающими в ткани и органы и фагоцитирующими их. Вскрытие куколки в разгар гистолиза показывает, что ее внутренние органы превращены в жидкую коллоидальную массу, состоящую из крови, обогащенной продуктами распада. Не разрушаются лишь нервная и половая системы, а также спинной кровеносный сосуд. Сохраняются также отдельные мышцы, поэтому некоторые куколки способны совершать ограниченные движения.

Гистолиз сменяется процессом создания тканей и органов имагинальной жизни — **г и с т о г е н е з о м**. Источником для образования этих новых тканей и органов служат, с одной стороны, продукты гистолиза, с другой - имагинальные диски (группы гиподермальных клеток, из которых возникают те или иные органы). Они закладываются еще в ранних возрастах личинки и находятся в неактивном состоянии.

Вопросы для самоконтроля

1. Постэмбриональное развитие насекомых. Типы метаморфозов (кратко характеризовать).
3. Характеризовать гемиметаморфоз. Перечислить и описать типы личинок при данном типе метаморфоза.
4. Характеризовать голометаморфоз. Перечислить и описать типы личинок при данном типе метаморфоза.
5. Характеризовать стадию куколки и перечислить типы куколок. Описать процессы, происходящие на данной стадии.

Объясните значение терминов

Гемиметаболия, голометаболия, метаморфоз, нимфа, наяда, провизорные органы, маска, трахейные жабры, кам-подеовидные личинки, червеобразные личинки и их типы, гусеницеобразные личинки и их типы, экзувий, пупарий, имагинальные зачатки

АНАТОМИЯ НАСЕКОМЫХ

Тип Arthropoda – Членистоногие

Подтип Tracheata – Трахейнодышащие

Надкласс Hexapoda – Шестиногие

Класс Insecta – Насекомые

Подкласс Ectognatha – Открыточелюстные

Внутреннее строение насекомых

Цель занятия – изучение анатомо-функциональных особенностей насекомых в связи с их образом жизни и типом питания.

Оборудование: усыпленный или фиксированный таракан (самец или самка), микроскоп, ручная лупа, препаровальные наборы, препаровальная ванночка, стаканчик с водой, предметное и покровное стекла, пипетка.

В связи с переходом к наземному образу жизни у насекомых наибольший интерес представляют дыхательная и выделительная системы. Пищеварительная и кровеносная системы мало отличаются от обычной формы, свойственной для членистоногих животных.

Физиологические системы насекомых характеризуются нижеследующими особенностями.

- Покровы насекомых представлены г и п о д е р м о й которая выделяет трехслойную кутикулу. С внутренней стороны гиподерма подстиляется *базальной*

мембраной. Как и у сухопутных хелицеровых наружный слой кутикулы (эпикутикула) служит для защиты от высыхания.

- Мускулатура представлена пучками поперечно-полосатых мышц.
- Полость тела – м и к с о ц е л ь.
- Пространство между внутренними органами занимает ж и р о в о е т е л о - рыхлая ткань, пронизанная трахеями. Основная функция жирового тела – запас питательных веществ и метаболической влаги.
- Пищеварительная система состоит из трех отделов. Передняя и задняя кишки эктодермальные, средняя – энтодермальная.
- Основными органами выделения являются *мальпигиевы сосуды*, расположенные на границе средней и задней кишок, но в отличие от таковых у хелицеровых имеют эктодермальную природу. Дополнительными органами выделения служат жировое тело, перикардальные клетки, нижнегубные железы (у низших насекомых).
- Дыхательная система представлена т р а х е я м и. Они эктодермального происхождения, опутывают внутренние органы, самые тонкие ветви трахей (*трахеолы*) проникают внутрь клеток. У личинок водных насекомых дышащих растворенным в воде кислородом, развиваются специальные образования – *трахейные жабры*.
- Кровеносная система незамкнутая и развита слабее дыхательной. Представлена спинным сосудом, преобразованным в состоящее из камер сердце и головную аорту.
- Нервная система насекомых представлена парным головным ганглием (мозгом), состоящим из трех отделов, окологлоточными коннективами, подглоточным ганглием и брюшной нервной цепочкой.

- Органы чувств насекомых развиты очень хорошо.
- Насекомые размножаются исключительно *половым путем*. Для них характерно главным образом обоеполость, но встречается и партеногенез.

Обычно на лабораторных занятиях анатомия насекомых изучается на примере черного таракана.

Порядок вскрытия черного таракана

Возьмите таракана в левую руку и осторожно, неглубоко вводя ножницы в полость тела, сделайте поперечный разрез между седьмым и восьмым тергитами (спинной склерит) брюшка (у самца предварительно отрежьте ножницами надкрылья и крылья).

Далее проведите с каждой стороны тела боковые продольные разрезы вплоть до головы. Разрезы ведите вдоль тонкой хитиновой перепонки, соединяющей тергиты и стерниты (брюшные склериты). В области переднегруди продольные разрезы соедините вторым поперечным. Из разреза выступает беловатое содержимое - это *жировое тело*. При вскрытии его не невозможно повредить. Затем таракана положите на дно препаровальной ванночки брюшной стороной вниз, приколите булавками за передний и задний концы тела и залейте водой. Осторожно приподнимая спинной хитиновый покров, захватите его пинцетом за задний конец, препаровальной иглой или скальпелем отделите поднимающиеся вместе с покровом мышцы и *трахеи*. По мере отпрепаровки спинки (ее следует снять целиком) таракана надо прикалывать по бокам тела булавками ко дну ванночки.

Вначале рассмотрите спинной хитиновый покров с внутренней стороны, для удобства приколов его булавками ко дну ванночки (рис. 106). Вдоль спинного покрова по средней линии тянется узкая полоска - это спинной крове-

носный сосуд, называемый с е р д ц е м (рассмотрите его с помощью лупы).

Сердце поделено на камеры, из которых две лежат в груди, а десять - в брюшке. Сердце прикрепляется к тергитам спинки при помощи плоских крыловых мышц, расположенных строго по сегментам.

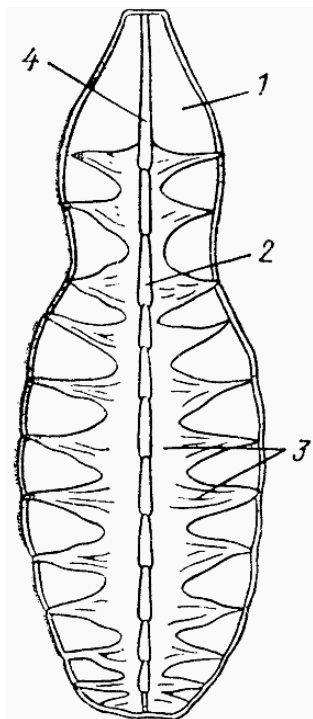


Рис. 106. Спинная стенка тела черного таракана (из сайта: [https:// topuch.ru/](https://topuch.ru/)): 1 – отрезанная при вскрытии таракана стенка тела; 2- камера сердца; 3 – крыловидные мышцы; 4 – аорта

Сокращение мышц вызывает расширение сердца и насыщение в него через о с т и и гемолимфы. Расслабление этих мышц и последовательное сокращение мышц камер сердца в направлении сзади наперед приводит к изливанию крови в аорту, а оттуда - в полость тела.

Далее рассмотрите органы, расположенные в полости тела (рис. 107, 108). Прежде всего в передней части тела вскрытого

таракана бросается в глаза удлинённый, иногда сильно вздутый и темный от содержащейся в нем пищи *зоб*. Он спереди суживается и переходит в тонкий *пищевод* и далее в небольшую глотку, берущую начало от ротовой полости таракана. *Глотка* без специальной препаровки начального отдела пищеварительной системы на вскрытом таракане обычно не видна. По бокам пищевода лежат стекловидные слюнные железы и их резервуары. Для того чтобы было

удобнее рассмотреть *пищеварительную систему*, надо отвести ее в сторону, осторожно захватив зоб пинцетом и отделяя от кишечника другие органы.

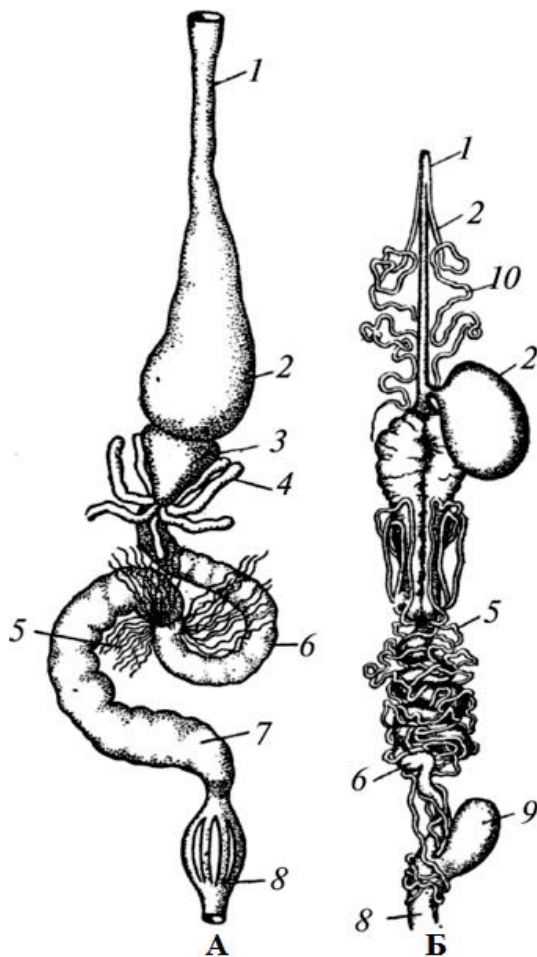


Рис. 107. Органы пищеварения насекомых (из сайта: <https://studref.com>): А - кишечник таракана, Б - кишечник бабочки: 1 –пищевод; 2 - зоб; 3 - мускульный желудок; 4 - пилорические придатки; 5 —

мальпигиевы сосуды; 6 - средняя кишка; 7 - задняя кишка; 8 —прямая кишка; 9 - слепой вырост прямой кишки; 10 - слюнные железы

Петли кишечника при этом развернутся. Кишечник окружен дольками беловатожелтоватого жирового тела. Оно мешает препаровке и должно быть постепенно и очень осторожно удалено пинцетом.

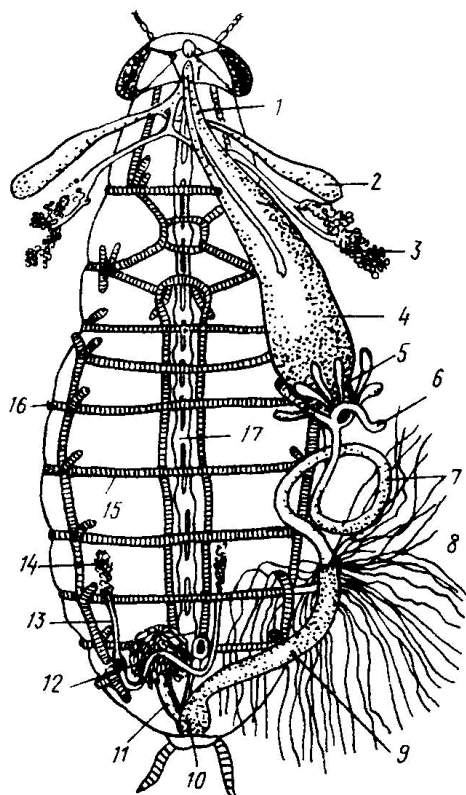


Рис. 108. Внутреннее строение самца черного таракана (из сайта: [https:// studref.com](https://studref.com)): 1- пищевод; 2- резервуар слюнной железы; 3 – слюнная железа; 4 – зуб; 5- мышечный желудок; 6 – слепые отростки средней кишки; 7 – средняя кишка; 8 – мальпигиевы сосуды; 9 – тонкая кишка; 10 – прямая кишка; 11 – семяизвергательный канал; 12- при-

даточная железа; 13 – семяпровод; 14 – семенник; 15 – трахейный ствол; 16 – дыхальца; 17 – брюшная нервная цепочка

Жировое тело имеет вид лопастей и тяжелей и особенно сильно развито в брюшке. Жировое тело участвует в процессах выделения, и в нем накапливаются запасные питательные вещества.

Отведенный в сторону кишечник укрепляют булавками и после этого продолжают изучение пищеварительной системы. За пищеводом и зобом расположен небольшой жевательный желудок. Слегка надавливая на него пинцетом или препаровальной иглой, можно убедиться в плотности его стенок. Изнутри стенки желудка снабжены хитиновыми утолщениями, с их помощью перетирается пища. Желудок завершает эктодермальную переднюю кишку таракана. Далее следует энтодермальная беловатая средняя кишка. На границе между желудком и средней кишкой в кишечник открываются восемь (редко меньше) слепых *пилорических выростов*, не отличающихся по своему строению и функциям от средней кишки и лишь увеличивающих ее переваривающую и всасывающую поверхность.

Границу между средней и эктодермальной задней кишкой легко найти по открывающимся в начале задней кишки многочисленным (80 - 100) сосудам. Эти тончайшие, зеленые ниточки - *м а л ь п и г и е в ы с о с у д ы* (рис. 109).

Задняя кишка обычно темного цвета, расширена и заканчивается анальным отверстием. Под кишечником в грудном отделе видна довольно сильно развитая мускулатура.

По средней линии тела в груди и в брюшке проходит *брюшная нервная цепочка*; три ганглия расположены в груди, шесть - в брюшке. Надглоточный и подглоточный ганглии разглядеть не удается.

Дыхательная система представлена сложной густой сетью трахейных трубочек в виде белых нитей, оплетаю-

щих все внутренние органы. Хорошо заметны два ствола вдоль нервной цепочки в брюшке, а также довольно ясно видна сеть разветвленных трубочек вокруг зоба, средней и задней кишки. Иногда удается найти два главных боковых ствола трахей, сообщающихся со стигмами.

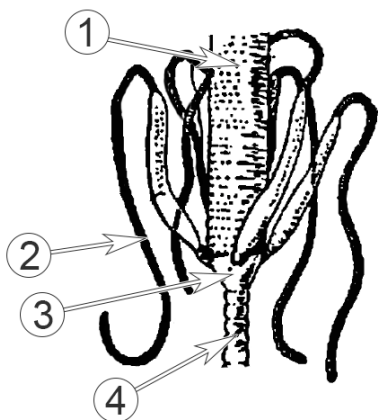


Рис. 109. Строение выделительной системы насекомых: 1- средняя кишка; 2 – мальпигиевы сосуды; 3 – граница между средней и задней кишкой; 4- задняя кишка

Половые органы малы, и отыскать их трудно среди долек жирового тела. Женские половые органы состоят из парных яичников,

каждый из которых имеет восемь или более яйцевых трубок. Концевые нити трубок соединяются вместе. Яйцевые трубки каждой половины открываются в короткий яйцевод, а яйцеводы соединяются в непарный отдел, называемый влагалищем. Влагалище открывается наружу половым отверстием.

Половая система самца представлена парой семенников, которые лежат в заднем конце тела и состоят из многочисленных мелких округлых фолликулов (рис. 110). От них отходят семяпроводы. Семяпроводы переходят в непарный семяизвергательный канал, в который в самом его начале открываются придаточные железы – многочисленные трубочки, образующие массивное шаровидное тело. Практически на вскрытом животном только это образование и может быть рассмотрено. У половозрелых особей придаточные железы заполнены спермой. Семенники можно обнаружить у молодых недавно слинявших самцов.

Потом семенники дегенерируют, и их становится трудно найти в окружающих лопасть жирового тела. Придаточные железы вырабатывают секрет, выводимый вместе со сперматозоидами и образующий оболочку сперматофоров (пакеты сперматозоидов). Половое отверстие у самок и самок находится на брюшной стороне тела, несколько ниже анального.

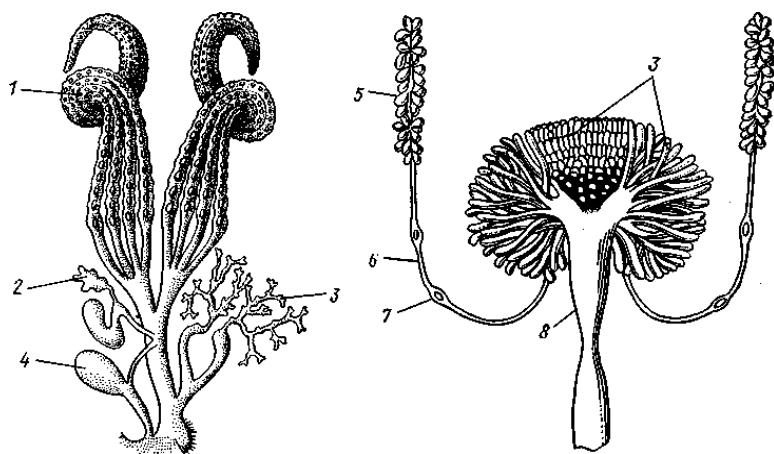


Рис. 110.Строение половой системы насекомых (из сайта: <https://studfile.net>): *A* — женский половой аппарат тутового шелкопряда *Bombyx mori* (по Жирару); *Б* — мужской половой аппарат черного таракана *Blatta orientalis* (из Майаль и Денни): 1 — яичники, состоящие каждый из четырех яйцевых трубочек, 2 — семяприемник, 3 - придаточные железы, 4 — совокупительная сумка, соединяющаяся особым каналом с семяприемником; наружные отверстия совокупительной сумки и влагалища лежат рядом, 5—семенник, 6 — семяпровод, 7 — его раздвоение, 8 — семяизвергательный канал

Вопросы для самоконтроля

1. Каково адаптивное значение выделительной и дыхательной систем насекомых?

2. Какие чётко различимые отделы выделяются в кишечнике насекомых и где находится граница между отделами?
3. Как осуществляется циркуляция гемолимфы насекомых? Каково значение гемолимфы в жизнедеятельности насекомых?
4. Что входит в состав кровеносной системы насекомых?
5. Чем представлены органы выделения у насекомых?
6. Чем представлены органы дыхания у насекомых?
7. Что включает в себя центральная нервная система насекомых?
8. Перечислите и охарактеризуйте приспособления у насекомых к дефициту влаги?
9. Как происходит развитие насекомых? Перечислите типы личинок и куколок насекомых?
10. Чем объясняется сложное поведение общественных насекомых? Приведите примеры.
11. Одинаково ли устроены пищеварительные системы у хищных и травоядных насекомых?
12. Каковы особенности дыхания водных и наземных насекомых?

Объясните значение терминов

Трахеолы, дыхальца, стигмы, аорта, омматидий, тимпанальные органы, диафрагма, церки, крипты, рецепторы, придаточные половые железы нейросекреторные клетки, глаза, омматидий (его строение), трахейные жабры, сердце, перикардальный синус, висцеральный синус, перинеуральный синус, гемолимфа, миксоцель, половой диморфизм, яичник, яйцевые камеры, яйцевые клетки, фолликулярные клетки, влагалище, семяприемник, совокупительная сумка, семенники, семяпроводы, семяизвергательный канал, сперматофоры.

Подтип Хелицеровые - *CHELICERATA*

Хелицеровые весьма разнообразны как по строению, так и по экологическим особенностям. Подтип делится на два класса *Arachnida* (Паукообразные) и *Merostomata* (Меростомовые). Прежним классам Ракоскорпионы (*Euripterida*, или *Gigantostroma*) и Мечехвосты (*Xiphonura*), в настоящее время придан ранг отрядов. Таким образом, второй класс Меростомовые включает вымерший отряд *Gigantostroma* (Ракоскорпионы) и сохранившийся до нашего времени отряд Мечехвосты (*Xiphosura*).

Меростомовые исключительно водные (морские) формы, ныне живущие представители древнего отряда Мечехвостов - всего 5 видов. Наибольшего видового и морфологического разнообразия достигли современные Хелицеровые – Паукообразные (*Arachnida*), ведущие наземный образ жизни (некоторые вторично приспособились к обитанию в воде).

Характерные особенности Хелицеровых.

- Тело паукообразных состоит из двух отделов – г о л о в о г р у д и (просомы) и б р ю ш к а (опистсомы). Головогрудь состоит из акрона и 7 сегментов, из которых последний часто недоразвит. Брюшко сегментированное, или слитное (рис. 111).
- На каждом сегменте головогруды имеет по паре членистых конечностей. Таким образом, у паукообразных, как и всех Хелицеровых, 6 пар головогрудных конечностей. Первая пара – 2–3-членистые х е л и ц е р ы, вторая пара – п е д и п а л ь п ы, далее следуют 4 пары ходильных ног. Брюшные конечности рудиментарны и выполняют разные функции.
- Особенностью Паукообразных и всех Хелицеровых является *отсутствие антенн* (придатков акрона).
- Покровы представлены гиподермой выделяющей трехслойную хитиновую кутикулу. Наружный слой – *эпи-*

кутикула препятствует испарению воды из организма (приспособление к наземному образу жизни).

- Пищеварительная система весьма своеобразна. Большинство Паукообразных питаются жидкой пищей, при этом обнаруживается *внекишечное пищеварение*. Средняя кишка в головогруді образует слепые отростки, служащие резервуаром для хранения пищи. В брюшке средняя кишка образует железистые выросты – *печень*. Печень выделяет пищеварительные секреты, кроме того она способна к внутриклеточному перевариванию – *фагоцитозу*.
- Основные органы выделения Паукообразных – это видоизмененные целомодукты – *к о к с а л ь н ы е ж е л е з ы*, расположенные у основания тазиков (лат. *соха*) ног и *м а л ь п и г и е в ы с о с у д ы*.
- Среди Хелицеровых только Мечехвосты имеют *жаберное дыхание*. Паукообразные дышат либо *легкими* (скорпионы, жгутоногие, низшие пауки), либо *трахеями* (сольпуги, клещи, некоторые пауки, сенокосцы), либо обнаруживается сочетание этих систем органов (некоторые пауки). У мелких клещей отмечается *кожное дыхание*.
- Кровеносная система незамкнутая. В зависимости от сегментации тела *сердце* может быть длинным и состоящим из многих камер (скорпионы), либо коротким однокамерным (клещи). У мелких клещей, дышащих всей поверхностью тела, сердце редуцируется.
- Особенностью нервной системы Хелицеровых в целом является отсутствие дейтоцеребрума, отвечающего за иннервацию антенн.
- Органы чувств развиты по-разному. Лучшее всего развиты органы осязания, в частности – *трихоботрии*. Органы зрения, представленные несколькими парами пр-

остых глаз, развиты слабо. Имеются органы хеморецепции – *лировидные органы*.

- Паукообразные раздельнополы, часто имеется ярко выраженный половой диморфизм (самки обычно крупнее самцов). Оплодотворение наружно-внутреннее (сперматофорное) либо внутреннее. Развитие прямое или метаморфозом.

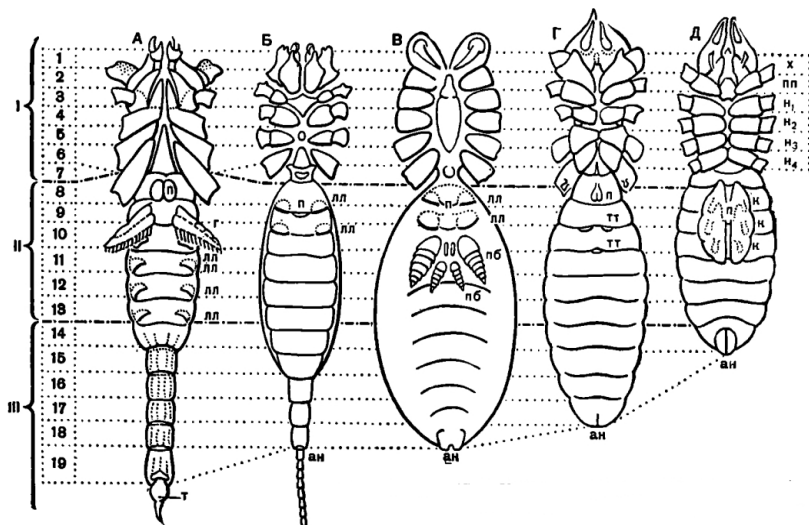


Рис. 111. Строение арахнид (вид с брюшной стороны)(из <https://dic.academic.ru>): А-скорпион; Б- жгутоногий; В- паук; Г- сольпуга; Д- акариформный клещ: I – просома; II- мезосома (переднебрюшьё); III- метасома (заднебрюшьё): 1-19- сегменты тела; м-хвостовой придаток; АА- стигмы легких; мм- стигмы трахей; п – половое отверстие; г- гребневидные органы; нб- паутинные бородавки; к – коксальные органы; ан- анальное отверстие; х- хелицеры; пп – педи- пальпы; н₁-н₄ – ноги

Класс Паукообразные — *Arachnida*

Данный класс включает большое количество отрядов, из которых рассмотрим 8 наиболее важных: Скорпионы (*Scorpiones*), Жгутоногие (=Телефоны) (*Pedipalpi*), Ложноскорпионы (*Pseudoscorpiones*), Сольпуги (=Фаланги)

(*Solifugae*), Пауки (*Aranei*), Сенокосцы (*Opiliones*), Акариформные, или Настоящие клещи (*Acariformes*), Паразитиформные клещи (*Parasitiformes*). Два последних отряда ранее были объединены в один отряд — Клещи (*Acari*).

ЗАНЯТИЕ 20

Тип Arthropoda – Членистоногие

Подтип Chelicerata – Хелицеровые

Класс Arachnida – Паукообразные

Отряд Scorpiones – Скорпионы

Вид Пестрый скорпион (*Buthus eupeus*)

Отряд Aranei – Пауки

Вид Паук-крестовик (*Araneus diadematus*)

Цель занятия- изучение структурно-функциональных особенности паукообразных на примере скорпиона и паука.

Оборудование: влажный раздаточный материал, или тубусы с фиксированными паукообразными микропрепараты ротовых аппаратов клеща, микроскопы, лупы.

Тело *Buthus eupeus* подразделено на *головогрудь* (просома) и *брюшко* (опистосома) (рис. 112, 114). Граница между ними, если смотреть со спинной стороны, вполне явная. В состав головогруды вошли акрон и первых шесть сегментов. Со спинной стороны головогрудь прикрыта *карапаксом*, образуемым слившимися тергитами (спинными склеритами) шести головогрудных сегментов и покровами акрона. В передней части головогруды располагаются простые г л а з а: по центру размещена пара *медиальных глаз*, по переднему краю — фронтальных, по бокам — латеральных. На нижней стороне головогруды выделяется вентральный щит — *с т е р н у м*, образовавшийся в результате

слияния брюшных пластинок (стернитов) двух последних грудных сегментов.

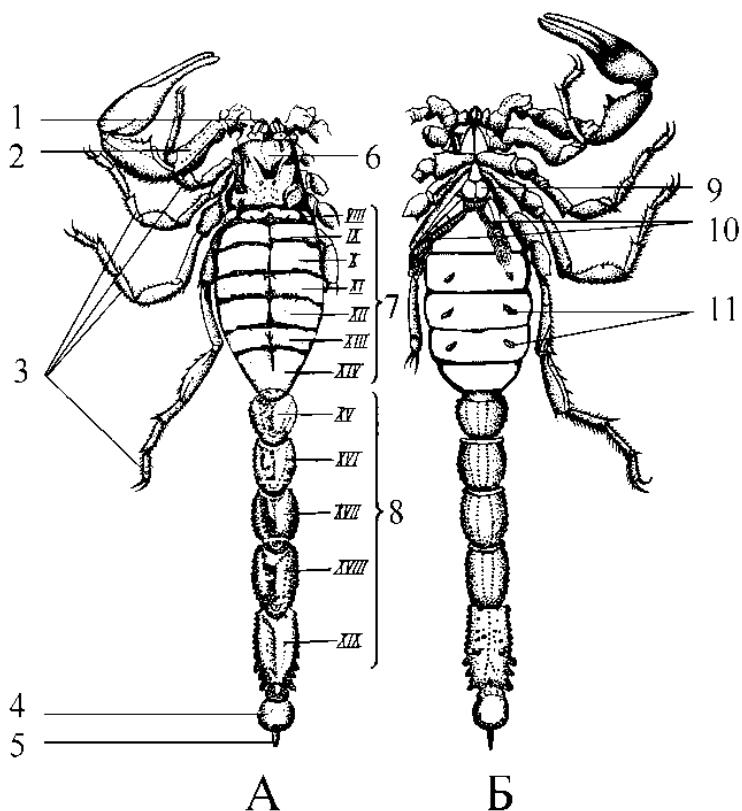


Рис. 112. Внешний вид *Buthus eupeus*: А — спинная сторона; Б — брюшная сторона. 1 — хелицеры; 2 — педипальпы; 3 — ходильные ноги; 4 — тельсон; 5 — ядовитая игла; 6 — головогрудь; 7 — переднебрюшие (I–VII сегменты); 8 — заднебрюшие (VIII–XII сегменты); 9 — половые крышечки; 10 — гребенчатые органы; 11 — дыхательные стигмы

Брюшной отдел тела состоит из внешне хорошо отграниченных двенадцати настоящих сегментов и тельсона.

Различают *переднебрюшие* (мезосому), образованное семью сегментами, и *заднебрюшие* (метасому), в состав которого входят остальные пять сегментов и округлый тельсон, несущий сверху изогнутую и заостренную на вершине хитиновую иглу — *ядовитое жало* скорпиона. Внутри тельсона находится парная ядовитая железа, для выведения секрета которой служит идущий внутри иглы канал. Скорпионы используют ядовитое жало как орудие защиты и нападения. Анальное отверстие расположено на брюшной стороне тела фактически на сочленении последнего сегмента заднебрюшия и *тельсона*. У некоторых экземпляров оно хорошо заметно благодаря окружающим его лопастевидным возвышениям, представляющим собой вывернутые наружу стенки прямой кишки.

Головогрудь несет шесть пар конечностей. Первой парой конечностей головогруды являются короткие клешневидные *хелицеры*. Расположены они фронтально, оставляя позади ротовое отверстие.

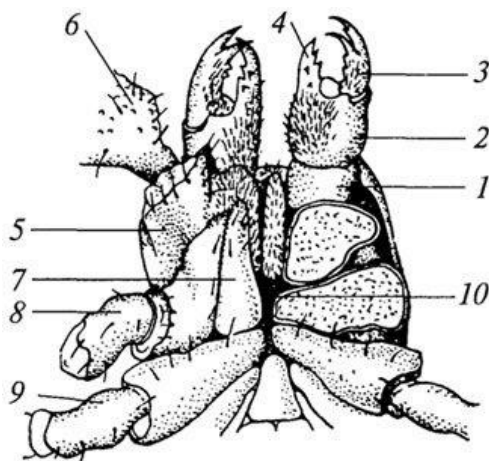


Рис. 113. Головогрудь скорпиона (вид с брюшной стороны): 1- первый членник хелицеры; 2- второй членник хелицеры; 3- конечный членник — подвижной «палец» хелицеры; 4- неподвижный «палец» второго членника хелицеры; 5- основной членник педипальпы; 6- второй членник педипальпы; 7- челюстная лопасть второй ноги; 8- первая нога; 9- вторая нога; 10- рот

Хелицеры трехчленистые, предпоследний их членик несет специальный выступ, играющий роль неподвижного пальца клешни, как у речных раков. Функцию подвижного пальца выполняет последний членик хелицер. Основное назначение этих образований — механическая обработка пищевых объектов.

Вторая пара конечностей, п е д и п а л ь п ы (ногочелюсти), выделяется среди прочих своей длиной. Они шестичлениковые, причем последние два членика образуют мощные клешни. Помимо обороны и, главное, захвата добычи, педипальпы выполняют осязательную функцию.

Последующие, третья — шестая, пары конечностей являются ходильными и на своих вершинах несут коготки. Они лишены каких-либо следов двуветвистости, задние развиты несколько лучше передних.

Тазики педипальп и всех ходильных конечностей вошли в состав брюшной стенки тела, утратив вследствие этого подвижность. Тазики двух первых пар ходильных конечностей снабжены специальными отростками — *челюстными лопастями*. Они легко различимы при осмотре брюшной поверхности головогруды: первая пара имеет вид треугольных, вторая — клиновидных пластинок. Лопастей окаймляют *щелевидное ротовое отверстие*, образуя в совокупности нижнюю губу.

Скорпионы способны поглощать только жидкую и кашицеобразную пищу, для этого им необходимо предварительно ее измельчить и обработать слюной.

Брюшной отдел тела у скорпионов лишен конечностей типичного строения, но первые его сегменты несут придатки, рассматриваемые как модифицированные конечности. Первый брюшной сегмент снабжен округлыми образованиями, прикрывающими расположенные здесь половые отверстия, называемые *половыми крышечками*. У хранившихся в этаноле экземпляров они выделяются на об-

щем фоне своей светлой окраской. У некоторых самок подполовыми крышечками могут быть обнаружены *черные пластинки*. Они могут сохраняться вплоть до времени окончательного созревания яиц.



Рис.114. Внешний вид пестрого скорпиона (из <https://macroid.ru>)

На втором брюшном сегменте располагаются *г р е б н е в и д н ы е п р и д а т к и*, которые несут большое число рецепторов и участвуют в ритуале спаривания скорпионов. На последующих четырех сегментах брюшка по бокам имеются щелевидные отверстия — *с т и г м ы*, или дыхальца.

Они ведут в *легочные мешки*, которые по своему происхождению представляют впятившиеся внутрь дыхательные конечности. У экземпляров, находившихся продолжительное время в воде, края стигмальных отверстий могут быть заметно вздутыми.

Последним, седьмым сегментом переднебрюшия, как и всеми сегментами заднебрюшия, конечности полностью утрачены. Таким образом, конечности брюшного отдела в большей степени, нежели головогрудного, подверглись трансформации либо редукции.

У паука – крестовика (*Araneus diadematus*) между слитными головогрудью и брюшком находится стебелек, образованный первым брюшным сегментом (рис. 115). Головогрудь уплощена с боков, ее облегают нисходящие передний и боковые края головогрудного щита, на котором ближе к переднему краю размещены в два ряда четыре пары простых глаз, имеющих вид небольших черных точек.

С брюшной стороны головогруды, по центру, между выпуклыми тазиками ходильных ног расположена пятиугольной формы умеренно склеротизированная пластинка — с т е р н у м. Спереди от стернума лежит полукруглой формы нижняя губа, сформировавшаяся из брюшной пластинки (стернита) второго головогрудного сегмента. За ней следует пара челюстных лопастей, являющихся отростками тазиков конечностей этого же сегмента. Нижняя губа и челюстные лопасти окружают ротовое отверстие (рис. 116).

Х е л и ц е р ы являются наиболее интенсивно склеротизированными частями тела пауков. Хелицеры двучленистые; крупный основной членик имеет цилиндрическую форму и несет на вершине крючкообразный, подвижно прикрепленный дистальный членик. Внутри него проходит открывающийся на вершине членика канал *ядовитой железы*. Благодаря заостренным вершинам и ядовитому секрету, хелицеры представляют собой серьезное оружие нападения и защиты. Пользуясь ими, животные захватывают, удерживают и умерщвляют добычу, а также наносят раны, в которые затем впрыскивают содержащую пищеварительные ферменты слюну. Всем паукам свойственно внекишечное пищеварение.

П е д и п а л ь ы выполняют главным образом осязательную функцию, ими животное ощупывает субстрат и окружающие предметы, фиксирует колебания нитей паутины.

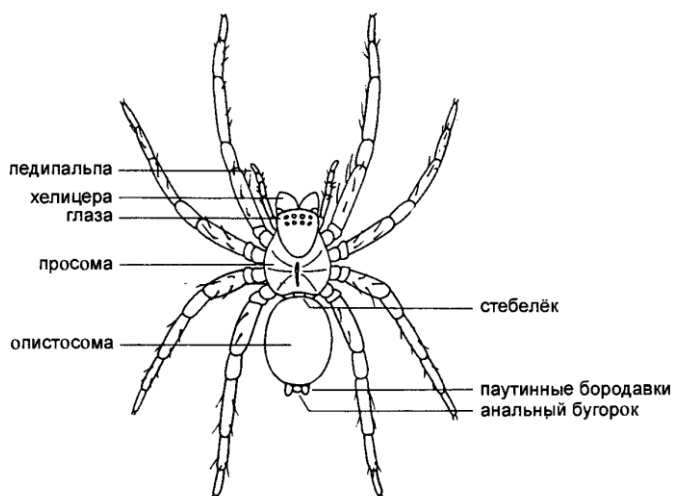


Рис. 115. Внешний вид паука-крестовика *Araneus diadematus*

Как уже указывалось ранее, педипальпы являются единственными конечностями пауков, обладающими челюстными лопастями (рис. 116). У самок педипальпы по внешнему виду напоминают ходильные конечности. У самцов они укорочены и несут на вершинах специальные ча-

шевидные расширения, которые используются во время спаривания.

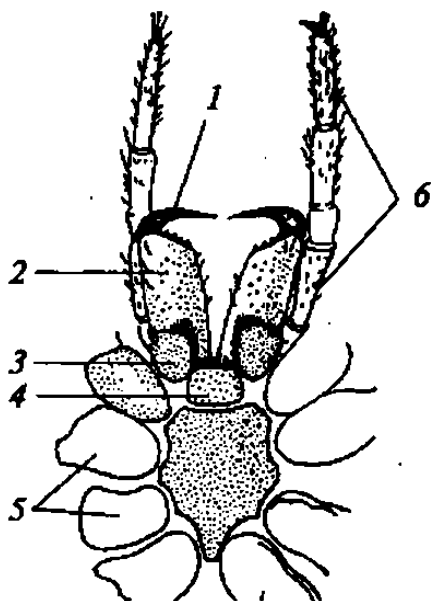


Рис. 116. Головагрудь паука-крестовика (из Зеликмана): 1- когтевидный членик хелицеры; 2- основной членик хелицеры; 3- челюстная лопасть педипальпы; 4- «нижняя губа»; 5- тазики ходильных ног; 6- педипальпа

Ходильные конечности в числе четырех пар имеют типичное строение, несут на вершинах хитиновые коготки и используются для передвижения по различным субстратам, растительности или паутине.

Характерной особенностью строения ходильных конечностей пауков является наличие дополнительного членика — *колена*, расположенного между бедром и голенью.

Округло-каплевидное брюшко прикреплено к головогрудь стебельком, явственно смещенным вниз. Его дорсальная пластинка называется *лорумом*, а вентральная — *плагулой*.

Сразу же за стебельком снизу размещается пара щелевидных стигмальных отверстий, ведущих в полость *легочных мешков* и прикрытых хитинизированными *легочными крышечками*.

На конце брюшка, снизу имеются три пары небольших конических придатков — *паутинные бородавки*, на вершинах которых открываются протоки паутинных желез.

Между бородавками верхней пары возвышается анальный бугорок, на котором расположено анальное отверстие.

Задание 20

1. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним строением скорпиона *Buthus eupeus*.

2. Зарисуйте внешний вид скорпиона со спинной и брюшной стороны и сделайте следующие обозначения: отделы тела — головогрудь и брюшко (в его состав входит переднебрюшие — I–VII сегменты и заднебрюшие — VIII–XII сегменты); хелицеры; педипальпы; ходильные ноги; половые крышечки; гребенчатые органы; дыхательные стигмы; тельсон; ядовитая игла.

3. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним видом паука – крестовика..

4. Изучите и зарисуйте внешний вид паука и обозначьте: головогрудь; брюшко; глаза; хелицеры; педипальпы; ходильные ноги; паутинные бородавки.

Вопросы для самоконтроля

1. Сколько пар конечностей несёт головогрудь паукообразных?

2. Для представителей какого отряда характерно брюшко из 12 сегментов?

3. Из каких отделов состоит типичная головогрудь?

4. Чем питаются хищные паукообразные?

5. На какие отделы делится тело паукообразных?

6. Чем представлена выделительная система паукообразных?

7. Из сколько члеников состоят хелицеры?

8. Перечислите разные варианты строения нервной системы в разных отрядах паукообразных?

9. Какие отделы входят в состав головного мозга паукообразных?

10. Что представляют собой органы дыхания паукообразных?

11. Что представляют собой брюшные ножки?

12. Чем представлены органы зрения скорпионов и пауков? Какое строение они имеют и где располагаются?

13. Какое значение паукообразные играют в природе и жизни человека?

14. Каковы схожие и отличительные особенности хелицерных и насекомых?

Объясните значение терминов

Головогрудь, пропельтидий, брюшко, переднебрюшие, заднебрюшие, тельсон, хелицеры, педипальпы, ходные ноги, половые крышечки, гребенчатые органы, легочные мешки, паутинные бородавки, кутикула, гиподерма, базальная мембрана, липопротеиновый слой кутикулы, ядовитые железы, паутинные железы, глотка, внекишечное пищеварение, слепые выросты средней кишки, печень, мальпигиевы сосуды, гуанин, коксальные железы, головной мозг паукообразных, головогрудной ганглий, трихоботрии, лировидные органы, глаза, трахеи, дыхальца, стигмы, сердце, остии, сосуды, лакуны, гемолимфа, гемоцианин, гемоцианин.

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО ТЕМЕ «ЧЛЕНИСТОНОГИЕ»

1. Общая характеристика членистоногих, деление типа на подтипы и классы.

2. Морфология трилобитов.

3. Морфология мечехвостов.

4. Общая характеристика класса паукообразных. Сегментация в отрядах пауков, скорпионов, сольпуг, клещей.

5. Органы дыхания паукообразных.
6. Общая характеристика класса ракообразных. Деление класса на подклассы.
7. Сегментация тела и состав конечностей в различных подклассах ракообразных.
8. Внутреннее строение ракообразных.
9. Развитие ракообразных.
10. Морфология и образ жизни многоножек.
11. Общая характеристика класса насекомых.
12. Органы чувств насекомых.
13. Приспособления насекомых к обитанию в воздушно-наземной среде.
14. Метаморфоз насекомых.
15. Классификация насекомых и характеристика основных отрядов.
16. Филогения членистоногих.
17. Членистоногие и коэволюционный процесс.
18. Распространение и происхождение паразитизма в типе членистоногих.

**Подраздел СОЕЛОМАТА - ЦЕЛОМИЧЕСКИЕ
(=ВТОРИЧНОПОЛОСТНЫЕ)
Надтип ТРОСНОЗОА – ТРОХОФОРНЫЕ
(ЧЛЕНИСТЫЕ)
Тип MOLLUSCA – МОЛЛЮСКИ**

Моллюски, или мягкотелые, как их называли ранее, представляют собой многочисленную ветвь сегментированных беспозвоночных. Они населяют самые разные типы водоемов, а также эти организмы освоили наземно-воздушную среду обитания.

Моллюски билатеральные, вторичнополостные, в основном несегментированные животные. Часто билатеральная симметрия сменяется асимметрией. У представителей низших моллюсков наблюдается метамерность в строении внутренних органов (остаточная сегментация).

Организация моллюсков подчиняется общим принципам характерным для типа в целом, в тоже время, в разных классах имеются свои особенности строения.

- Тело моллюсков подразделено на три отдела – *голову, туловище и ногу*. У двустворчатых голова редуцируется, а у некоторых неподвижных форм (устрица) нога также подвержена редукции.
- Тело окружено кожной складкой – *мантией*. Пространство между телом и мантией называется *мантийной полостью*. В мантийной полости расположен мантийный комплекс органов, куда входят жабры, некоторые органы чувств, отверстия задней кишки, почек и пового аппарата, а также лежащие рядом почки и сердце.
- Характерной особенностью моллюсков является выделяемая мантией *раковина* (рис. 19). Раковина трехслойна. Наружный слой органический (*конхиолиновый*), средний – известковый (*фарфоровидный*), внутренний (*перламутровый*).

- Хотя Моллюски и относятся к вторичнополостным животным, но в процессе эволюции целом редуцируется и заполняется соединительной тканью (*паренхимой*). Остатки вторичной полости сохраняются в перикардии и полости гонад (*остаточный целом*).
- Пищеварительная система полная. В глотке имеется специализированный орган для перетирания пищи – тёрка (р а д у л а), и могут быть развиты хитиновые челюсти. У двустворчатых, в связи с редукцией головы, глотка, радула и слюнные железы отсутствуют. В среднем отделе кишки выделяют желудок, и пищеварительную железу – «печень». Задняя кишка часто пронизывает желудочек *сердца*.
- Органы дыхания – *ктенидии* или перистые ж а б р ы. Представители легочных моллюсков (брюхоногие) обладают л ё г к и м (видоизмененный целом) и дышат атмосферным воздухом. Для всех водных моллюсков большую роль играет кожное дыхание.
- Кровеносная система моллюсков незамкнутая. Имеется сердце, состоящее из нескольких камер.
- Органы выделения – п о ч к и (целомодукты мезодермального происхождения). Воронки почек обращены в перикардий, а выделительные отверстия открываются в мантийную полость. В выделении может принимать участие стенки перикардия с образованием специализированных *кеберовых органов*.
- Нервная система у примитивных моллюсков *лестничного типа*, у большинства моллюсков нервная система *разбросанно-узлового типа*. У головоногих моллюсков происходит концентрация нервных ганглиев с образованием сложного головного мозга, заключенного в хрящевую капсулу. У моллюсков имеются органы зрения, с т а т о ц и с т ы, органы химического чувства – о с ф р á д и и, органы осязания.

- Большинство моллюсков раздельнополы, но среди них имеются и гермафродиты. Оплодотворение наружное или внутреннее. Развитие моллюсков, как правило, с метаморфозом. У низших представителей имеется *трохофорная личинка*, у большинства стадия трохофоры проходит в яйце, из которого выходит личинка – в е л и г е р (парусник).

Тип включает два подтипа: Боконервные (*Amphineura*) и Раковинные (*Conchifera*).

Подтип Боконервные - AMPHINEURA

Данный подтип включает три класса: Ямкохвостые — (*Caudofoeata*), Бороздчатобрюхие - (*Solenogasters*), Панцирные (=Хитоны, Многощитковоносные) — (*Polyplacophora*) (=Loricata).

Подтип Раковинные - CONCHIFERA

К данному подтипу относятся пять современных классов: Моноплакофоры (*Monoplacophora*), Брюхоногие (*Gastropoda*) Двустворчатые (*Bivalvia*), Лопатоногие (*Scaphopoda*), , Головоногие (*Cephalopoda*).

Класс Брюхоногие - Gastropoda

Наиболее богатый видами класс моллюсков (90000). Одними из важных признаков являются наличие цельной раковины, прикрывающей внутренностный мешок, и утрата билатеральной симметрии. Брюхоногих разделяют на три подкласса, различающихся по особенностям строения дыхательной системы.

Подкласс Переднежаберные - Prosobranchia

Характеризуются передним расположением мантийного комплекса, хистоневрией и раздельнополостью. В основе системы данного подкласса лежит строение жабер-

ного аппарата и радулы, в этой связи выделяют три отряда: Кругложаберные (*Cyclobranchia*), Кожножаберные (=Щиткожаберные) (*Scutibranchia*), Гребнежаберные (*Pectinibranchia*).

Отряд Кругложаберные - Cyclobranchia

Наиболее примитивные формы, сохранившие билатеральную симметрию. У них имеются парные ктенидии, предсердия и почки, у некоторых органы правой стороны могут подвергаться редукции. Характерна хиастоневрия. Раздельнополые. Радула примитивная — в виде плоской ленты с немногочисленными зубчиками. Представители: р. *Patella* — морское блюдечко.

Отряд Кожножаберные (=Щиткожаберные) - Scutibranchia

Характерно разнообразие форм раковин: колпачковидная, уховидная, турбоспиральная. Мантийный комплекс органов симметричен. У них всегда имеется пара жабр, сердце с двумя предсердиями, пара почек, гонада непарная. Раздельнополые. Радула с многочисленными зубцами. Представители: р. *Haliotis* — морское ушко, р. *Fisurella*, р. *Pleurotomaria*.

Отряд Гребнежаберные - Pectinibranchia

Высшие переднежаберные. У большинства мантийный комплекс органов асимметричен: имеются одна жабра, одна почка, одно предсердие. Реже почек две, или правая превращена в половой проток (гонодукт). Радула разнообразна по форме. Огромное большинство - хищники. Основные семейства: *Vuccinida* — трубачи, *Olividae* — оливы, *Murecidae* — пурпурные улитки.

Подкласс Заднежаберные - Opisthobranchia

Мантийная полость невелика и располагается с правой стороны. Мантийный комплекс органов сдвинут из переднего положения на правую сторону тела. Предсердие

одно и лежит позади желудочка, актенидий — позади сердца. У многих раковина обрастает мантией и часто редуцирована. Ктенидии во многих случаях исчезают, а в различных участках тела располагаются кожные выросты — *вторичные жабры (адаптивные)*. Гермафродиты. Большинство — обитатели моря.

Отряд Покрытожаберные -Tectibranchia

В большинстве случаев имеется раковина. Ктенидий один. Мантийная полость открывается на правой стороне. Характерный представитель отряда — морской заяц (*Aplysia*).

Отряд Голожаберные -Nudibranchia

Раковина отсутствует, ктенидий исчезает или заменяется вторичными жабрами. У некоторых дыхание осуществляется всей поверхностью тела. Представители: сем. Aeolidae, Dendronotidae.

Отряд Крылоногие - Pteropoda

Планктонные формы, характерным признаком которых служит развитие пары более или менее крупных боковых разрастаний параподий, выполняющих роль плавников. Все крылоногие — гермафродиты.

Подкласс Легочные - Pulmonata

Наиболее уклонившаяся от общего ствола брюхоногих группа. Все легочные — обитатели суши или пресноводных водоемов. Раковина разнообразной формы, часто редуцирована. Крышечка обычно отсутствует. Для всех представителей характерна редукция ктенидиев и образование так называемого легкого, представляющего собой скопление сосудов с внутренней стороны мантийной полости. Для сообщения с внешней средой служит дыхательное отверстие — *пневмостом*. Делятся на два надотряда: Стебельчатоглазые (*Stylommatophora*) и Сидячеглазые (*Basommatophora*).

Класс Двустворчатые — *Bivalvia*

Двустворчатые, или Пластинчатожаберные моллюски делятся на два подкласса: Первичножаберные (*Protobranchia*) и Жаберные (*Metabranchia*). Ранее Первичножаберные двустворчатые отмечались в ранге как отряд (по Догелю). К Жаберным относятся отряды Нитежаберные (*Fillibranchia*), Настоящие пластинчатожаберные (*Eulamelibranchia*) и Перегородчатожаберные (*Septibranchia*)

Подкласс Первичножаберные - *Protobranchia*

Наиболее примитивные двустворчатые, для которых характерны примитивно устроенные жабры. Это парные перистыми ктенидии, им свойственно наличие многозубчатого таксодонтного замка раковины; зубцы замка примерно одинаковой формы, число которых нарастает по мере роста раковины; нога клиновидная, с небольшой подошвой, без биссусовой железы; наличие статоцистов открытого типа; плевральные ганглии обособлены от церебральных; отсутствие специальных половых протоков. Обитают преимущественно в северных морях. Представители: р. *Nucula*, р. *Joldia*.

Подкласс Жаберные - *Metabranchia*

Это самый многочисленный подкласс двустворчатых: объединяет 8 отрядов и более 100 семейств морских и пресноводных моллюсков. Все имеют пластинчатые жабры, способные к вторичным изменениям: могут увеличиваться или уменьшаться, превращаться в систему нитей и т. д. Кроме дыхательной функции, жабры выполняют роль фильтра для выцеживания пищевых частиц. Замки разнообразны по форме, у некоторых — редуцированы. Нога клиновидная, нередко редуцирована. По способу питания — фильтраторы.

Класс Головоногие — *Cephalopoda*

Головоногие - двусторонне-симметричные животные с наружной или внутренней рудиментарной раковиной. Нога преобразована в щупальца или руки, а также в мускулистую коническую трубку — с и ф о н.

Тело покрыто кожно-мускульным мешком — *мантией*. По бокам часто располагаются разнообразной формы плавники. Имеют наиболее высокоорганизованную нервную систему. Подклассы выделяются по особенностям раковины или количеству ктенидиев: Четырехжаберные(= Наутилоидеи) - *Tetrabranchia* (=Nautiloidea) и Двужаберные (= Колеоидеи) – *Dibranchia* (=Coleoidea).

Подкласс Четырехжаберные (=Наутилоидеи) – *Tetrabranchia* (=Nautiloidea)

Включает четыре отряда, три из которых - вымершие и один современный - Наутилиды (=Наутилусы, Жемчужные кораблики) -(Nautilida), представленный одним родом *Nautilus* —кораблик. Характерны следующие признаки: раковина наружная многокамерная, несросшаяся воронка, щупальца многочисленные без присосок, метрность строения некоторых систем органов (четыре ктенидия, четыре почки, четыре предсердия). Нервная система из тяжей без обособленных ганглиев. Наутилусы — это бентопелагические головоногие.

Подкласс Двужаберные – *Dibranchia*

Это процветающая группа, насчитывающие около 650 видов. Общие признаки класса: отсутствие развитой раковины, сросшаяся воронка, щупальца с присосками, два ктенидия, две почки и два предсердия. Нервная система и органы чувств высоко развиты. Систематика внутри подкласса основана на особенностях строения туловища, количестве рук и строении присосок.

ЗАНЯТИЕ 21

Тип Mollusca – Моллюски

Подтип Conchifera- Раковинные

Класс Gastropoda - Брюхоногие

Подкласс Pulmonata - Лёгочные

Отряд Stylommatophora - Стебельчатоглазые

Вид Виноградная улитка (*Helix pomatia*)

Цель занятия - изучение особенностей морфо-физиологической организации моллюсков на примере виноградной улитки

Оборудование: живая виноградная улитка в стеклянной банке, свежееубитая улитка (если таковой нет, то зафиксированная), пустая раковина, распил раковины. Стеклянная пластинка размером примерно 20x20 см, препаровальная ванночка, препаровальные наборы, булавки, ручная лупа, молоток.

Виноградные улитки — крупные наземные моллюски. Известковая раковина у них хорошо развита, она цельная, спирально-закрученная вправо. Часто хорошо просматривается рисунок из чередующихся светлых и темных полос. Диаметр оборотов (завитков) раковины увеличивается с возрастом животного. Обычно спираль образует четыре оборота (рис.117).

В строении раковины брюхоногих моллюсков принято выделять несколько элементов. Завиток образован верхними оборотами раковины. Последний оборот раковины открывается устьем. Верхняя часть завитка оканчивается *вершиной*. На ней часто выявляется зародышевая камера. Ось, вокруг которой закручена спираль, называется *столбиком* или *колонкой*. Возле внутреннего края устья может располагаться п у п о к — углубление, через которое видна брюшная часть первого оборота раковины.

Подавляющее большинство раковин закручены вправо, они называются *дексиотропными*. Однако существуют также и левозакрученные раковины, которые называют *синистральными* (рис.118).

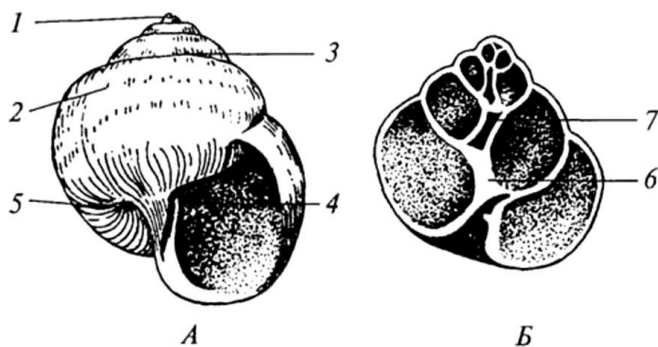


Рис. 117. Строение раковины виноградной улитки (А – внешний вид раковины; Б – распил раковины) (из Шалапенок и др.): 1- вершина; 2- обороты раковины; 3- шов; 4- устье; 5- пупок; 6- столбик; 7- полость столбика

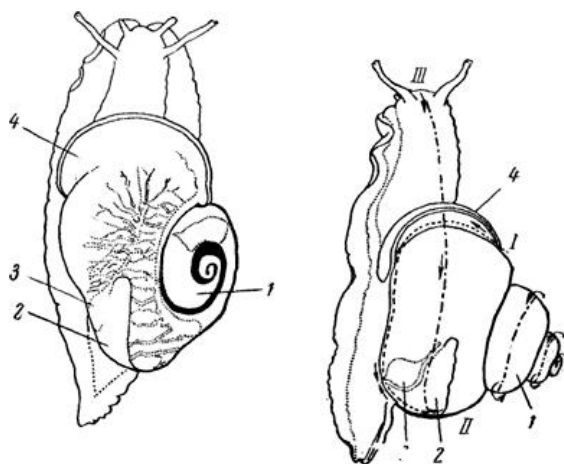


Рис. 118. Улитка с удаленной раковиной (слева- вид со спинной стороны, справа – схема вскрытия мантийной полости улитки) (из Зеликмана): I, II и III – три последовательных разреза при вскрытии: 1- печень; 2- почка; 3- сердце; 4- край мантии

Если улитку положить на стеклянную пластинку она выставит из раковины ногу и голову и начнет ползать (рис. 118). На голове видны две пары щупалец: передние, более короткие - *губные*, и задние, более длинные - *глазные*; на вершине их расположены глаза в виде черных точек. Если дотронуться до щупалец иглой, улитка втягивает их, а затем снова вывертывает.

Рот лежит на нижней стороне переднего конца головы, он ведет в ротовую полость, переходящую в мускулистую глотку (рис. 119). Глотка содержит язык — мускулистый валик, покрытый тонкой кутикулой и несущий твердые зубцы, расположенные поперечными рядами. Кроме этого, в ротовой полости на границе с глоткой лежат так называемые *челюсти* — местные роговые утолщения кутикулы. В глотку открываются протоки одной пары слюнных желез.

Глотка переходит в довольно длинный пищевод. Начальная часть средней кишки образует мешковидный желудок, в который впадают протоки «печени». Печень объемистая, состоит из многочисленных долек, протоки которых соединяются вместе, а затем впадают в желудок (рис. 119). За желудком следует тонкая кишка, делающая одну петлю или несколько петель, затем заворачивается кпереди и переходит в заднюю кишку. Последняя заканчивается анальным отверстием.

Органы дыхания - *ктенидии* - парные, располагаются по бокам от анального отверстия. Они имеют вид двоякоперистых придатков, заостряющихся к свободному концу. Каждый ктенидий состоит из осевого уплощенного стволка, несущего два ряда лепестков.

Сердце располагается над задней кишкой. Оно состоит из предсердия и желудочка, окружено перикардием, представляющим собой участок вторичной полости тела (*целом*).

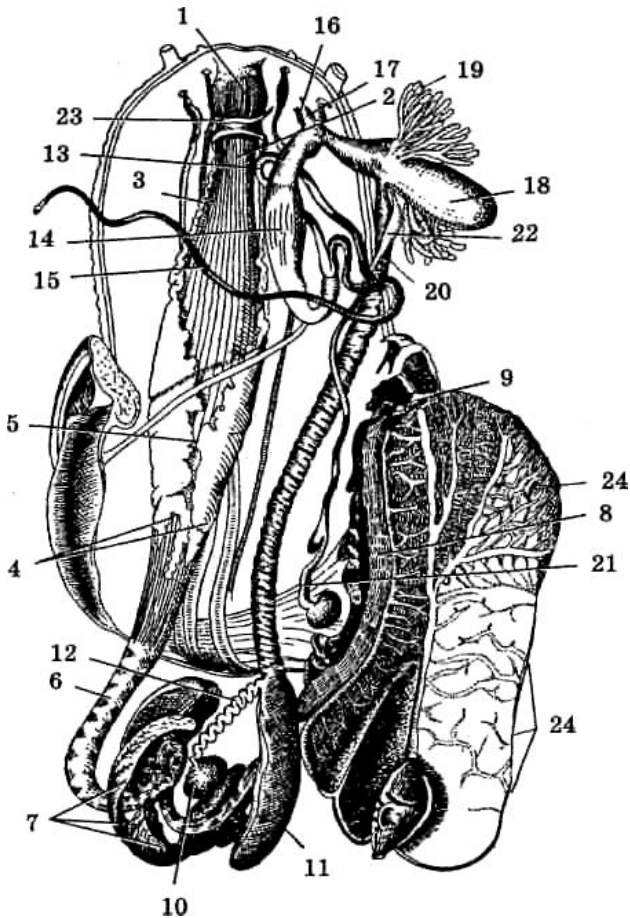


Рис. 119. Вскрытая виноградная улитка (из Зеликмана): 1-9-пищеварительная система(1- глотка; 2- пищевод; 3- протоки слюнных желез; 4- слюнные железы; 5- зуб; 6- желудок; 7- печень; 8- прямая кишка; 9-анус); 10-22- половая система (10- гермафродитная железа; 11- белковая железа; 12- семяйцепровод; 13- семяпровод; 14- мешок пениса; 15- бич; 16- половая клоака; 17- влагалище; 18- мешок любовной стрелы; 19- пальцевидные железы; 20- яйцевод; 21- семяприемник; 22- канал семяприемника); 23- надглоточный ганглий; 24- край мантии; 25- крыша мантийной полости(с расположенными на ее внутренней стороне кровеносной, дыхательной и выделительной системами)

Выделительная система представлена одной *почкой*, которая одним концом посредством ресничной воронки со-общается с перикардием, от другого конца отходит *моче-точник*, который открывается в мантийную полость сбоку от анального отверстия.

Половая система представлена гермафродитной же-лезой, от которой отходит гермафродитный проток. Железа лежит в области печени и прикрыта ею. Гермафродитный проток связан с белковой железой и продолжается в яйце-семяпровод. Далее этот общий проток разделяется на два самостоятельных канала: яйцевод (более толстый участок канала) и семяпровод. Последний переходит в семяизвер-гательный канал, связанный с совокупительным органом. С семяпроводом связан бич, выделения которого склеива-ют массу сперматозоидов в компактные *сперматофоры*. Яйцевод расширяется и образует *м а т к у*, в которую впадают протоки *пальцевидных желез*. Матка переходит во влагалище, с которым связаны семяприемник и мешок «любовных стрел».

Порядок вскрытия виноградной улитки

Положите моллюска на стол, легкими ударами молотка надколите раковину и затем осторожно по частям удалите ее пинцетом; животное поместите в ванночку на подошву ноги, приколите булавками к дну ванночки и залейте водой.

Позади головы над ногой располагается спирально закрученное тело моллюска, называемое *внутренностным мешком*. Он заключает в себе все внутренние органы жи-вотного. По форме и числу оборотов внутренностный мешок соответствует удаленной раковине. Голова и нога дв-усторонне-симметричны, внутренностный мешок асимме-тричен. Через его покровы просвечивают некоторые внут-ренние органы. В вершине завитка расположена корич-

невая печень. Далее по ходу завитка видна светлая продолговатая белковая железа (придаточная железа половой системы). На последнем, самом большом обороте мантия не сращена с телом, и между нею и телом животного можно увидеть мантийную полость. В мантии, прикрывающей мантийную полость со спинной стороны, видны богато ветвящиеся кровеносные сосуды.

В мантийную полость можно проникнуть, введя кончик пинцета в легочное отверстие, расположенное справа по верхнему краю мантии. В задней части мантийной полости слева просвечивает окологердечная полость с заключенным в ней сердцем, а справа - примыкающая к ней почка.

Дальше вскройте легочную полость. Для этого введите ножницы в легочное отверстие и сделайте разрез по краю мантии против часовой стрелки до конца полости (до области сердца), оставляя утолщенный край мантии на теле моллюска. Далее осторожно отверните мантию вправо и подколите ее к дну ванночки булавками, это надо сделать осторожно и не порвать мантию. После этого следует рассмотреть органы, помещающиеся в мантийной полости. На отвернутой стенке мантии хорошо видна сеть выпуклых легочных кровеносных сосудов. Они собираются в центральный сосуд - *легочную вену*, идущую к сердцу. В задней части легочной полости видны окологердечная полость и почка. Вдоль правого края мантии, который остался соединенным с телом моллюска, проходит задняя кишка, а справа от нее - *проток почки*.

Выводные отверстия задней кишки и почки расположены вблизи легочного отверстия. Наконец, следует осторожно вскрыть тонкую стенку окологердечной полости. Там лежит сердце. В нем отчетливо различимы предсердие и желудочек. В предсердие впадает легочная вена.

Задание 21

1. Проведите наблюдения за живой улиткой. Обратите внимание на строение ее тела и способ передвижения.

2. Рассмотрите препараты раковины виноградной улитки *Helix pomatia*. Зарисуйте внешний вид раковины р. *Helix* и ее продольный распил. Сделайте обозначения: вершина раковины; обороты завитка; пупок; устье раковины; камера раковины; столбик.

3. Рассмотрите влажные препараты вскрытой виноградной улитки *Helix pomatia* и изучите особенности ее внутреннего строения. Зарисуйте внутреннее строение вскрытой виноградной улитки и сделайте обозначения: глотка; церебральный ганглий; легкое; легочная вена; анальное отверстие; отверстие мочеточника; мочеточник; предсердие; желудочек сердца; перикардий; почка; желудок; печень; гермафродитная железа; гермафродитный проток; белковая железа; семяприемник; яйцесемяпровод; семяпровод; мешок любовных стрел; пальцевидные железы.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите прогрессивные черты организации у моллюсков

2. На какие части подразделяется тело брюхоногих моллюсков? Какие функции присущи каждой из них?

3. Каково отличие в строении органов дыхания у водных, вторично водных сухопутных моллюсков? Объясните значение следующих терминов: ктенидии, осфрадии, целомодукты, устье, завитки, мантия, пальчатые железы, велигер.

4. Внешнее строение представителей изучаемых классов в связи с образом жизни.

5. Покровы и мускулатура. Раковина, ее происхождение, строение

6. Пищеварительная система у брюхоногих. Особенности пищеварения и пищевые режимы.
7. Дыхательная система у брюхоногих.
8. Органы выделения у брюхоногих.
9. Кровеносная система у брюхоногих.
10. Органы чувств у брюхоногих.
11. Половая система, размножение и особенности постэмбрионального развития у моллюсков.

Объясните значение терминов

Нога, внутренностный мешок, раковина, мантия, мантийная складка, мантийный комплекс органов, раковины), вершина раковины, устье раковины, слои раковины (периостракум, остракум, гипоостракум), столбик, пупок, завиток, язык, челюсти, радула, зоб, кристаллический стелек (хрустальный столбик), печень, ктенидии, вторичные или адаптивные жабры, легкое, сердце, перикардий, атрио-вентрикулярные отверстия, аорта, почки, целомодукты, разбросанно-узловая нервная система, ганглии (церебральные, педальные, париетальные, плевральные, висцеральные), плевро-висцеральные стволы, хиастоневрия, нервная система (эутиневральная, хиастоневральная), торсионный процесс, деторсия, осфрадии,статоцисты,статолиты, глаза, гермафродитная железа, гермафродитный проток, теория Нефа (происхождение ассиметрии).

Внешнее и внутреннее строение Пластинчатожаберных моллюсков на примере беззубки

Подтип *Conchifera* – Раковинные

Класс *Lamellibranchia (Bivalvia)* – Пластинчатожаберные (или Двустворчатые)

Отряд *Eulamellibranchia* – Настоящие пластинчатожаберные

Вид - Беззубка обыкновенная (*Anodonta celensis*)

Цель занятия – изучение морфофункциональных особенностей беззубки, связанные с образом жизни и типом питания

Оборудование: фиксированные беззубки, их раковины, влажные препараты вскрытых животных в тубусах, микропрепараты, микроскоп, ручные лупы, препаровальные ванночки, набор инструментов для вскрытия, булавки, предметные и покровные стекла, пипетка.

Тело моллюска беззубки *Anodonta celensis* заключено в двустворчатую раковину овальной формы. Цельная раковина двустворчатых моллюсков состоит из двух симметричных половин, соединенных на спинной стороне связкой, или **л и г а м е н т о и м** из утолщенного рогового вещества (рис. 120). Передний конец раковины более широкий и короткий по сравнению с задним. Выпуклая часть створок на спинной стороне называется **м а к у ш к о й**.

Раковина образована органическим и неорганическим веществами (рис. 120, А). Наружный грязно-зеленого, серо-зеленого либо желто-бурого цвета слой, обращенный к внешней среде, называется **конхиолиновый** он состоит из органического вещества конхиолина и служит ракушке защитой от химического воздействия. Внутренняя поверхность раковины покрыта тонким слоем **перламутра**.

Макушка является наиболее старой частью створок, вокруг нее параллельно свободному краю раковины проходят полосы, которые называются *линиями роста*. Соответственно на раковинах можно различать ежегодные слои прироста, позволяющие определять возраст животного.

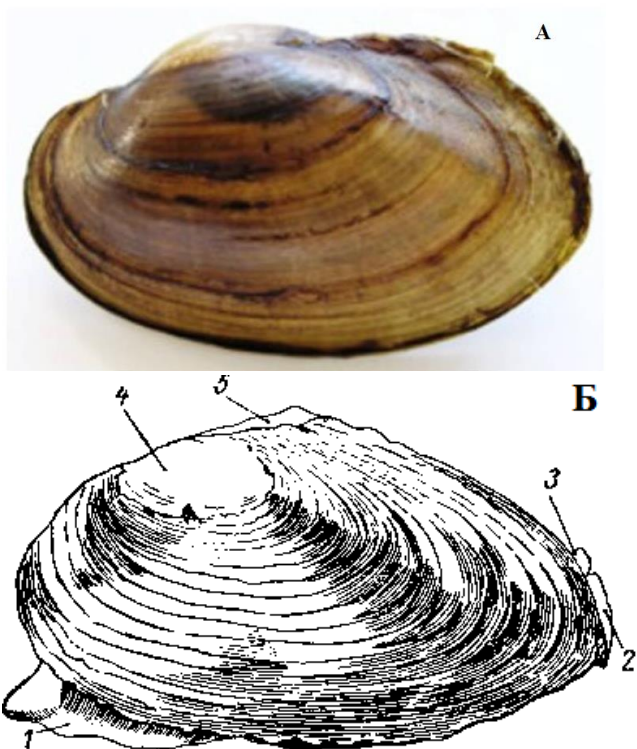


Рис. 120. Беззубка *Anodonta celensis* с обычным положением ноги и сифонов (из Шапкин и др.): 1—нога, 2—вводящий сифон, 3—выводящий сифон, 4 — вершина раковины с обнаженным фарфоровидным слоем, 5 — лигамент

На спинной стороне тела створки связаны между собой лигаментом. Лигамент состоит из эластического вещества и соединяет обе створки в виде короткой поперечной

ленты (рис.120, 5). Вследствие своей эластичности лигамент держит обе створки полуоткрытыми и является антагонистом мускулам-смыкателям створок — а д д у к т о р а м.

У отдельных экземпляров створки раковины могут быть приоткрыты, между ними высовывается участок желтовато-белой килевидной н о г и. После удаления раковины становится видно, что тело беззубки покрыто мантией, она свешивается с боков в виде двух больших мантийных складок (рис. 121).

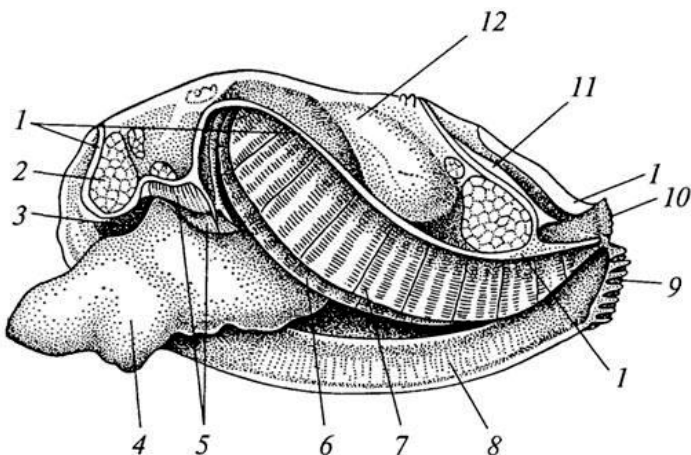


Рис. 121. Анатомия беззубки *Anodonta celensis*, раковина и левая мантия удалены (из Зеликмана): 1- линия, по которой обрезана мантия; 2- передний мускул-замыкатель; 3- рот; 4- нога; 5- ротовые лопасти; 6- левая внутренняя полужабра; 7- левая наружная полужабра; 8- правая мантия; 9- жаберный сифон; 10- клоакальный сифон; 11- задняя кишка; 12- перикардий

Между складками и телом остается мантийная полость. На спине мантийные складки переходят одна в другую. По заднему краю мантии эти складки срастаются в двух участках, в результате чего мантийная щель распадается на три отверстия — два небольших задних и одно большое,

ограниченное передними и брюшными участками мантийных складок. Нижнее из двух задних отверстий служит для введения в мантийную полость воды и называется *вводным сифоном* (рис. 121, 9). Верхнее — для выведения из нее воды и экскрементов, это *выводной сифон* (рис. 121, 10). Большое переднее-брюшное отверстие позволяет ноге высовываться из мантийной полости наружу.

В мантийной полости помещаются нога и *пластинчатые жабры*, состоящие из двух полужабр — наружной и внутренней. Также можно рассмотреть рот с окружающими его *ротовыми лопастями*. Для захлопывания раковины служат замыкательные мышцы — передний и задний *аддукторы*. Они имеют вид толстых мышечных пучков, идущих поперек тела моллюска от одной створки к другой. Вблизи аддукторов расположены протракторы и *ретрактор* — маленькие мускулы, которые выталкивают и втягивают ногу. Под задним мускулом-замыкателем располагается пара *висцеропариетальных ганглиев*, которые иннервируют внутренние органы.

Личинки двустворчатых моллюсков — *глохидии* — сильно отличаются от взрослых организмов (рис. 122). Створки глохидия имеют округлую форму, на их брюшном крае имеется зубец с загнутыми острыми крючками. Большинство органов недоразвито: нога рудиментарна, жабр нет.

Посреди брюшной поверхности туловища выдается длинная липкая *нить биссуса*. При помощи биссусовой нити и шиповатых створок глохидии прикрепляются к жабрам или плавникам рыбы. Вокруг вызванной глохидиями маленькой ранки раздражаемый эпителий разрастается и постепенно покрывает личинку. Внутри получившейся опухоли глохидий питается за счет хозяина, увеличивается в размерах и в течение нескольких недель проходит дальнейшее развитие. Он постепенно превращается в миниатю-

рного моллюска, опухоль лопается, и молодая ракушка вываливается из нее и падает на дно.

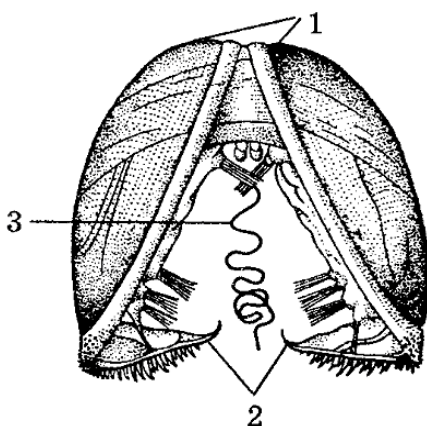


Рис. 122. Глохий беззубки : 1- створки ракушины; 2- краевые зубцы; 3- нить биссуса

Тело двустворчатых моллюсков подразделяется на два отдела: ногу и туловище, головной отдел редуцирован. Лопастевидная нога выдается между мантийными складками с брюшной стороны (рис.121, 4). Она отличается особой упругостью, поскольку ее внешняя часть практически полностью состоит из мышечной ткани.

Ротовое отверстие располагается у переднего края основания ноги ниже переднего мускула-аддуктора. Оно окружено двумя парными удлинено-треугольными листовидными *ротовыми лопастями* (парусами), покрытыми мерцательным эпителием. По желобкам, образованным лопастями каждой стороны тела, отфильтрованные пищевые частицы направляются в ротовое отверстие.

Органами дыхания двустворчатых моллюсков являются *ктенидиальные жабры* (рис. 121, 6,7). У настоящих пластинчатожаберных моллюсков они состоят из нитей, соединенных мостиками и образующих пористые решетчатые пластинки. Жабры и внутренняя поверхность мантийных складок покрыты мерцательным эпителием. Благодаря

его активному функционированию вода с растворенным в ней кислородом и взвешенными пищевыми частицами поступает в мантийную полость и прогоняется через жаберные ходы.

Жабры пронизаны сетью кровеносных сосудов. По ним кровь поступает от жабр к предсердиям. С е р д ц е находится в *перикардиальной сумке*, представляющей собой участок целомической полости, располагающейся позади переднего мускула-аддуктора, ближе к центральной части туловища (рис. 123).

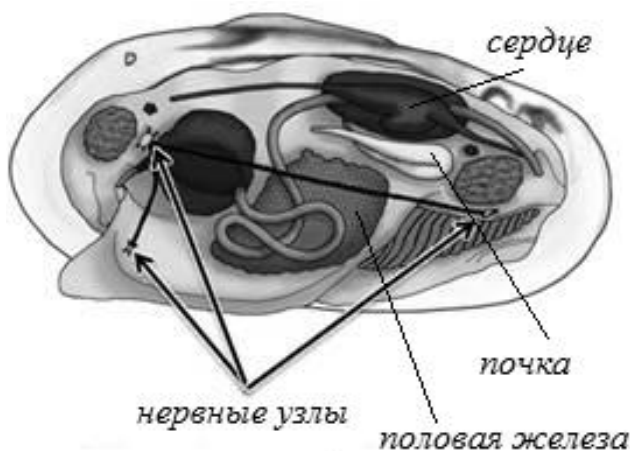


Рис. 123. Внутреннее строение беззубки (из сайта <https://fsd.videouroki.net>)

По бокам к продолговатому желудочку сердца при-
мыкает пара предсердий, имеющих тонкие пленчатые стен-
ки. Сквозь всю перикардиальную полость проходит кишеч-
ная трубка. При сокращении желудочка кровь нагнетается
в переднюю и заднюю аорты и далее в более мелкие со-
суды и лакуны полости тела.

Выделительная система представлена парными поч-
ками, или *Боянусовыми органами*, которые залегают ниже
перикардииз. Мерцательные воронки (*нефростомы*) мета-

нефридиев обращены в перикардиальную полость моллюска, выделительные отверстия открываются в мантийную полость. Функции органов выделения выполняют также парные перикардиальные железы, или *Кеберовы органы*.

Пищеварительная система устроена достаточно просто. Отфильтрованные частицы, а это может быть мелкодисперсный детрит (мертвая органика), микроорганизмы (бактерии, планктонные водоросли, простейшие) и минеральные взвеси, поступают ко рту. За ротовым отверстием следует короткий трубчатый пищевод, переходящий в желудок. Глотка и ее вооружение (челюсть, радула) удвустворчатых моллюсков редуцирована. В желудок открываются протоки «печени», которая занимает основание ноги и некоторую часть туловища. В ней не только вырабатываются пищеварительные ферменты, но и в значительной мере осуществляется процесс пищеварения. От желудка отходит длинная и тонкая средняя кишка, которая делает многочисленные петли в основании ноги. Задняя кишка начинается у места вхождения кишечной трубки в перикардиальную сумку, над задним мускулом - аддуктором она открывается в клоакальную камеру.

Нервная система у пластинчатожаберных, так же, как и у других групп моллюсков, разбросанно-узлового типа (рис. 123).

Беззубки раздельнополы, однако половой диморфизм не выражен.

Задание

1. Рассмотрите влажные препараты беззубки после удаления раковины (вид сбоку и вид с брюшной стороны).

2. Зарисуйте строение тела беззубки после удаления раковины (вид сбоку и вид с брюшной стороны и обозначьте: на виде сбоку — место сращения мантийных скла-

док, перикардий, передний аддуктор, дополнительно обозначьте большой отдел поперечно-полосатой мускулатуры и меньший отдел — гладкой мускулатуры), задний аддуктор, протрактор, ретракторы, вводной сифон, выводной сифон; на виде с брюшной стороны — мантийные складки, нога, рот, ротовые лопасти, пластинчатые жабры, наружные полужабры, внутренние полужабры, висцеропариетальные ганглии, задний аддуктор, вводной и выводной сифон.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какой тип симметрии является основным и дополнительным у моллюсков?
2. Что представляет собой полость тела моллюсков?
3. Что входит в мантийный комплекс органов?
4. Опишите кровеносную систему моллюсков?
5. Что представляют собой почки моллюсков?
6. К какому типу относится нервная система моллюсков?
7. Как выглядит раковина у пластинчатожаберных моллюсков?
8. Из чего образована раковина у пластинчатожаберных?
9. Каким способом питаются двусторчатые моллюски?
10. Где расположены цереброплевральные ганглии, висцеропариетальные ганглии?
11. Что представляют собой органы дыхания двусторчатых моллюсков?
12. Что представляют собой органы выделения у пластинчатожаберных моллюсков?
13. Опишите особенности кровеносной системы у разных групп пластинчатожаберных.

ЗАНЯТИЕ 22

Тип Mollusca – Моллюски

Подтип Conchifera – Раковинные

Класс Cephalopoda – Головоногие моллюски

Подкласс Dibranchia - Двужаберные

Отряд Decapoda – Десятиногие

Вид Каракатица (*Sepia officinalis*)

Цель занятия – изучение внешнего и внутреннего строения головоногих моллюсков на примере сепии

Оборудование: зафиксированный в тубусах материал, скальпел, пинцет, необходимый препаровальный набор для извлечения раковины, ванночка, сосуд с водой.

Головоногие моллюски морские пелагические, наиболее высокоорганизованные животные. Им свойственна двусторонне-симметричное тело, которая явно подразделяется на голову и туловище. Н о г а у этих моллюсков преобразована в околоротовой венец из мускулистых щупалец и особый орган движения – в о р о н к у. У высших форм раковина в основном рудиментарна.

Каракатица *Sepia officinalis* имеет овальное, немного приплюснутое тело, на котором без труда различаются два отдела тела – г о л о в а и т у л о в и щ е (рис. 124).

Голова четырехугольной формы несет пять пар щупалец – р у к и, расположенные венцом вокруг рта. Из них четыре пары короткие, мускулистые, на стороне, обращенной к ротовому отверстию, они снабжены по всей длине многочисленными дисковидными присосками. Пятая пара щупалец называются л о в ч и е р у к и. Они значительно длиннее, несут присоски лишь на дистальном расширенном конце и могут втягиваться в специальные влагалища (мешки).

Голова и тело у моллюска сросшиеся. Глаза каракатицы очень большие и могут увеличивать масштаб изображения, при этом зрачок контролирует интенсивность света. На голове каракатицы есть нечто, похожее на клюв, им моллюск добывает и раздробляет пищу (рис.125).



Рис. 124. Головоногий моллюск каракатица *Sepia officinalis* (из Абрикосова): 1 — щупальца (руки); 2 — воронка; 3 — ловчие руки; 4 — тело, 5 — плавник

Задний отдел тела, туловище – овальной формы. По обеим сторонам и по заднему краю туловища тянутся *плавники* - мускулистые кожные складки (рис. 124, 5).

М а н т и я (кожно-мускульный мешок) образует главную его часть. Мантия покрывает все туловище кара-

катицы; на спинной стороне она срастается с телом, на брюшной стороне прикрывает обширную мантийную полость. Мантийная полость сообщается с внешней средой при помощи широкой поперечной щели, находящейся между мантией и телом. Стенка мантии очень мускулистая.

Строение мускулистой мантии и в о р о н к и представляет собой приспособление, при помощи которого каракатицы плавают, причем двигаются задним концом тела вперед. Это — своеобразный «ракетный» двигатель. В двух местах на внутренней стенке мантии, у основания воронки имеются хрящевые выступы, называемые *запонками*. Когда мускулатура мантии сокращается и прижимается к телу, передний край мантии при помощи запонок как бы «пристегивается» к углублениям в основании воронки, в результате щель, ведущая в мантийную полость, замыкается. При этом вода с силой выталкивается из мантийной полости через воронку. Тело животного отбрасывается толчком на некоторое расстояние назад. Затем следует расслабление мышц мантии, запонки «отстегиваются» и вода всасывается через мантийную щель в мантийную полость (рис.126). Снова сжимается мантия, и тело получает новый толчок. Этот же механизм создает циркуляцию воды в мантийной полости, обеспечивающую *дыхание* (газообмен).

Внутренняя раковина осуществляет роль скелета, причем эта отличительная черта свойственна только лишь каракатицам. Она состоит из пластины с внутренними полостями, которые обеспечивают каракатице плавучесть. Р а к о в и н а находится внутри туловища и оберегает внутренние органы. Вытянутые плавники расположены по бокам туловища и помогают каракатице при передвижении.

А также, как и у многочисленных головоногих моллюсков, у каракатицы есть мешочек чернильный. Это особый орган, который представляет собой плотную кап-

сулу, разделенную на две части. В одной части находятся уже готовые чернила, а в другой - специальные клетки, насыщенные особыми зернами с краской. При созревании клетки разрушаются, и образуются чернила. Чернильный мешочек производит огромное количество чернил. Опустошенный мешок восстанавливается в среднем за полчаса.



Рис. 125. Головоногий моллюск кракатица (<https://fishcam-store.ru>)

Рот находится на переднем конце тела и ведет в мускулистую глотку. Она вооружена мощными роговыми челюстями, похожими на клюв попугая. В задней части глотки расположена радужная оболочка. В глотку открываются протоки одной или двух пар слюнных желез, секрет которых содержит пищеварительные ферменты (рис. 127).

Глотка переходит в узкий длинный пищевод, открывающийся в мешковидный желудок. Желудок имеет большой слепой придаток, в который открываются протоки обычно двухлопастной печени.

От желудка отходит тонкая кишка, которая делает петлю, направляясь вперед, и переходит в прямую кишку.

Прямая, или задняя, кишка открывается анальным отверстием, или порошицей, в мантийной полости.

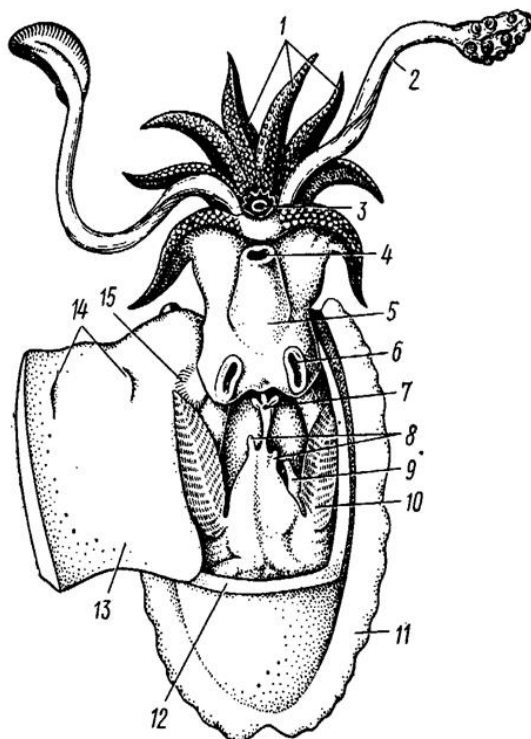


Рис. 126. Каракатица *Sepia officinalis* со вскрытой мантийной полостью; вид с брюшной стороны (по Пфуртшеллеру): 1 – руки с присосками, 2 – ловчая рука, 3 – рот, 4 – отверстие воронки, 5 – воронка, 6 – хрящевые ямки запонок, 7 – анальный сосочек с анальным отверстием, 8 – почечные сосочки, 9 – непарный половой сосочек, 10 – жабры, 11 – плавник, 12 – линия отреза мантии, 13 – отогнутая мантия, 14 – хрящевые бугорки запонок, 15 – мантийный звездчатый ганглий

Жабры, или к т е н и д и и, каракатицы расположены симметрично в мантийной полости в числе одной или двух пар (рис. 126). Они имеют перистое строение. Эпителий

жабр лишен ресничек, и циркуляция воды обеспечивается ритмичными сокращениями мускулатуры мантии.

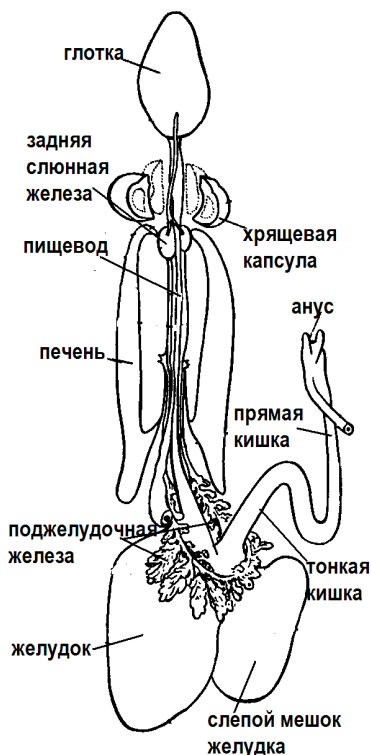


Рис. 127. Строение пищеварительной системы каракатицы (из Зеликмана)

С е р д ц е каракатицы трехкамерное, состоит из желудочка и двух предсердий. От желудочка отходят две аорты - *головная* и *брюшная*, разветвляющиеся на ряд артерий. Третья артерия - *полковая*, отходя от передней стороны желудочка, огибает его и направляется к гонаде.

Кровеносная система (рис. 128). становится почти замкнутой, лакуны и синусы менее обширны, чем у других моллюсков. Кровь из органов собирается по веноз-

ным синусами сосудам в полые вены, которые образуют слепые выпячивания, вдающиеся в стенки почек. Прежде чем войти в ктенидий, приносящие жаберные сосуды (полые вены) образуют мускулистые расширения, или венозные сердца, которые пульсируют и способствуют поступлению крови в жабры. Обогащение крови кислородом происходит в капиллярах жабр, откуда артериальная кровь поступает в предсердия.

У головоногих, как и у других моллюсков, происходит редукция вторичной полости тела, или целома. У десятиногих двужаберных целом редуцирован сильнее и пред-

ставлен двумя разобщенными участками — *перикардиальным* и *половым*.

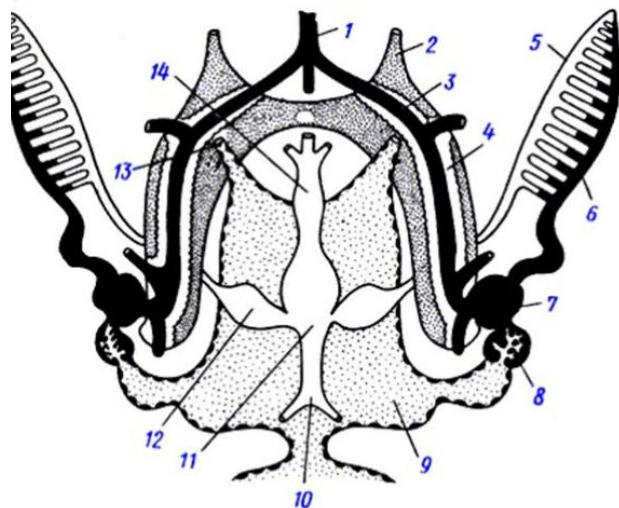


Рис. 128. Центральная часть кровеносной системы, жабры и почки каракатицы *Sepia officinalis* (из Кестнера): 1- головная вена; 2- наружное отверстие почек; 3- полая вена; 4- почка; 5- уносящий жаберный сосуд; 6- приносящий жаберный сосуд; 7- венозное (жаберное) сердце; 8- перикардиальная железа; 9- перикардиальная полость; 10- внутренностная аорта; 11- желудочек; 12- предсердие; 13- рено-перикардиальное отверстие; 14- головная аорта (черным обозначены сосуды, по которым циркулирует венозная кровь, белым – сердце и сосуды с артериальной кровью)

Выделительные органы - п о ч к а м и, в виде крупных вытянутых мешков. Они расположены на брюшной стороне внутренностного мешка. Почки начинаются воронками в перикардиальной полости и открываются выделительными отверстиями в мантийной полости, по бокам от порошицы. Почки Выделительную функцию несут также перикардиальные железы.

Ганглии сепии очень крупные и сильно сближены. Они образуют *головной мозг* — общую нервную массу, окружающую начало пищевода. Отдельные ганглии можно различить только на разрезах. Наблюдается разделение парных pedalных ганглиев на ганглии *щупалец* и ганглии *воронки*. От задней части мозга отходят нервы, иннервирующие мантию и образующие в ее верхней части два больших звездчатых ганглия.

Органы чувств хорошо развиты. Осязательные клетки расположены по всему телу, особенно они сконцентрированы на щупальцах. Органами обоняния служат особые *обонятельные ямки*, имеются сложно устроенные *статоцисты*, расположенные в хрящевой капсуле, окружающей головной мозг. Глаза каракатицы имеют роговицу, радужину, хрусталик, стекловидное тело и очень сильно развитую сетчатку.

Половая система у самки и самца каракатицы представлена непарной гонадой и единственным половым протоком, которая открывается наружу половым отверстием, расположенным на левой половине брюшной стороны. Для самок характерно наличие двух-трех парных и одной непарной *нидаментальных желез*, выделяющих вещество, из которого образуется оболочка яиц. У самцов сперматозоиды заключены в сперматофоры различной формы.

Задание 22

1. Ознакомьтесь с внешним строением каракатицы. Нарисуйте внешний вид и сделайте следующие обозначения: голова; туловище; ловчие щупальца (руки); воронка; щупальца; глаза; мантийная щель; плавник; присоски, спинная запонка.

2. Извлеките раковину и ознакомьтесь с ее внешним видом. Для этого скальпелем взрезать кожу на спинной стороне туловища по медиальной линии.

3. Заполните таблицу 11.

Таблица 11.

Группа Органы и системы органов	Характер- ные черты типа Mollusca	Отличительные черты классов		
		Gastropoda	Bivalvia	Cephalopoda
Симметрия тела				
Раковина, ее форма, строение				
Отделы тела: Голова Нога Туловище				
Мантия и ман- тийная полость				
Мантийный комплекс орга- нов (перечисли- ть)				
Органы дыхания (вид и расположение)				
Кровеносная система (орга- ны, строение, расположение)				
Пищеваритель- ная система				
Нервная систе- ма(строение)				

Вопросы для самоконтроля

1. Основные черты организации головоногих моллюсков.
2. Какими прогрессивными чертами организации обладают моллюски по сравнению с кольчатыми червями?
3. В чем сходство и отличия раковин моллюсков?
4. Где обитают головоногие моллюски? Органы локомоции – строение и расположение.
5. Каково строение жабр у головоногих?
6. Каковы отличительные особенности пищеварительная системы у головоногих моллюсков?
7. Выделительная и дыхательная системы у головоногих моллюсков.
8. Кровеносная система у головоногих моллюсков. Где располагается и какое строение имеет сердце каракатицы?
9. Строение нервной системы у моллюсков разных классов.
10. Половая система у моллюсков разных классов.
11. Размножение и развитие у моллюсков разных классов.

Объясните значение терминов

Мантия, мантийная складка, воронка, печень, глаза, ктении, перикардий, желудочек, предсердия, лакуны, приносящий жаберный сосуд, выносящие жаберные сосуды, почки, перикардиальные железы, мантийная щель, хроматофоры, головная хрящевая капсула и другие элементы внутреннего скелета, роговые челюсти, слюнные железы, желудок, печень, поджелудочная железа, чернильный мешок, брахиальный ганглий, инфундибулярный ганглий, обонятельные ямки, статоцисты, строение глаза, аккомодация, головная аорта, внутренностная аорта, строение сердца, сперматофоры, гектокотиль (щупальце самца).

**Раздел BILATERIA (TRIBLASTICA)-
- ДВУСТОРОННЕСИММЕТРИЧНЫЕ
Подраздел COELOMATA - ЦЕЛОМИЧЕСКИЕ
(=ВТОРИЧНОПОЛОСТНЫЕ)
Надтип DEUTEROSTOMIA – ВТОРИЧНОРОТЫЕ
Тип ECHINODERMATA – ИГЛОКОЖИЕ**

Вторичноротые — это особая филогенетическая ветвь целомических животных. К ним относятся три типа: Иглокожие (*Echinodermata*), Полухордовые (*Hemichordata*), Хордовые (*Chordata*).

Общие черты организации для всех вторичноротых нижеследующее.

➤ Кожа двуслойная и состоит из эктодермального эпителия и соединительнотканного слоя (*кутиса*) мезодермального происхождения.

➤ Известковый скелет мезодермального происхождения и образуется в соединительнотканном слое кожи.

3. В эмбриогенезе рот закладывается вторично, а из первичного рта – blastopora формируется анус.

4. Мезодерма закладывается энтероцельно из первичной кишки.

5. Спиральный тип дробления отсутствует, вторичноротым характерен радиальный тип дробления яйцеклетки. Гастрюла образуется путем инвагинации.

Для ранних фаз развития вторичноротых характерна закладка трех пар целомических мешков, что свидетельствует об их исходной метамерности строения, а это свидетельствует о их родстве с другими метамерными целомическими животными.

Иглокожие – это морские животные, ведущие прикрепленный или малоподвижный образ жизни. В настоящее время известно около 6 тыс. видов.

Форма тела у иглокожих разнообразна. Им свойственно сочетание билатеральной и радиальной симметрии. Тело состоит из радиальных секторов, число которых обычно кратно пяти – п е н т а м е р и я. Но через их тело можно провести только одну плоскость симметрии, проходящую через рот, анус и особую мадрепоровую пластинку. На теле различают оральную и аборальную стороны. Голотурии червеобразны и имеют преимущественно билатеральную симметрию.

Стенка тела иглокожих состоит из поверхностного *ресничного эпителия*, лежащего под ним соединительнотканного слоя кожи со скелетными элементами, мышц и подстилающего целомического эпителия. В наружном слое кожи кроме эпителиальных, имеются пигментные, железистые и чувствующие клетки.

Скелет внутренний. У представителей разных классов иглокожих скелет развит по-разному. У морских звезд скелет лучше развит на оральном полюсе в виде амбулакральных пластинок, на аборальном полюсе выделяется *мадрепоровая пластинка*. У Морских ежей скелет развит лучше других иглокожих, у них имеется сплошной панцирь с двумя отверстиями у рта и порошицы. Слабее всех скелет развит у голотурий.

Вторичная полость тела представлена ц е л о м о м, который на ранних этапах эмбриогенеза закладывается в виде трех пар целомических мешков. К производным целома относятся: внутренняя полость тела, амбулакральная и псевдогемальная системы, половой синус и полость гонад.

Амбулакральная система обеспечивает гидравлическое движение иглокожих на амбулакральных ножках, которые также служат для дыхания и подачи пищи ко рту. *Псевдогемальная система* обеспечивает транспорт питательных веществ к нервной системе и нервным клеткам.

В состав пищеварительной системы может входить желудок (звезды), либо кишечник без расширений и уложен петлями (ежи). У звезд хорошо развиты печеночные придатки. У офиур задняя кишка редуцирована. У ежей развит особый орган для соскабливания пищи – *аристотелев фонарь*. Пищеварение – сочетание полостного и внутриклеточного.

Кровеносная система лакунарного типа, слабо развита. Дыхание кожное, осуществляется при помощи кожных жабр, амбулакральных ножек и щупалец.

Специальных органов выделения нет: особые клетки *амебоциты*, продуцируемые железой осевого органа, поглощают экскре-ты из целома и удаляют их через кожу.

Нервная система примитивна, узлов нет, и представлена тремя отделами, каждый из которых состоит из нервного кольца и отходящих от него радиальных нервных стволов.

Большинство представителей раздельнополы. Оплодотворение наружное. Развитие с метаморфозом. Личинка – *диплэврула* с двусторонней симметрией, в процессе метаморфоза диплэврула превращается в другие стадии характерные для разных классов.

Тип Иглокожих включает четыре подтипа вымерших и современных представителей: Гамалозои (*Homalozoa*), Стебельчатые иглокожие (=Прикрепленные) — (*Pelmatozoa*), Астерозои (*Asterozoa*), Ехинозои (*Echinozoa*).

В некоторых источниках подтипы Астерозои и Ехинозои представлены как классы в подтипе Подвижные иглокожие – *Eleutherozoa*.

Подтип Гамалозои - HOMALOZOA включает только вымерших представителей.

**Подтип Стебельчатые иглокожие
(=Прикрепленные) - PELMATOZOA**

Подтип включает четыре класса: Карпоидеи (*Carpoidea*), Морские пузыри (=Шаровики) (*Cystoidea*), Морские бутоны (Бластоидеи) (*Blastoidea*), Морские лилии (*Crinoidea*), из которых первые три включают только вымерших представителей.

Класс Морские лилии — *Crinoidea*

Среди Пельматозоев — это высший класс. В классе выделяется один подкласс — Членистые морские лилии (*Articulata*).

Подкласс Членистые морские лилии — *Articulata*

Морские лилии — ведут сидячий образ жизни в течение всего существования, или в определенный период онтогенеза. В настоящее время класс Криноидей можно считать вымирающим, но в палеозое и мезозое лилии играли видную роль в морской фауне. К этому подклассу относятся все современные морские лилии. Они делятся на 4 отряда: три отряда объединяют стебельчатых морских лилий, а один — бесстебельчатых.

Подтип Астерозои — ASTEROZOA

Астерозои включают два класса: Морские звезды (*Asteroidea*) и Офиуры (*Ophiuroidea*).

Класс Морские звезды — *Asteroidea*

В классе три отряда: Плоские морские звезды (*Phanerozonia*), Игольчатые морские звезды (*Spinulosida*), Педипелляриевые морские звезды (*Forcipulata*).

Отряд Плоские морские звезды - *Phanerozonia*

Характерно наличие сильно развитого скелета. Амбулакральные ножки не имеют присосок. Обладают длинными и гибкими лучами. Папулы имеют вид ветвя-

щихся выростов. Представители: р. *Luidia* - питается в основном офиурами и морскими ежами, р. *Oreaster* – крупная морская звезда с жестким панцирем, несущим шипы.

Отряд Игольчатые морские звезды -*Spinulosida*

Краевые пластинки развиты слабо. У большинства нет педицеллярий. Представители: р. *Solaster* - звезда фиолетово-розового цвета, р. *Crossaster* - малиново-красные.

Отряд Педицелляриевые морские звезды - *Forcipulata*

Имеют небольшой диск и довольно длинные гибкие лучи. Скелет спинной стороны сетчатый. Имеют педицеллярии, состоящие из трех подвижных скелетных элементов. Представители: *Asterias rubens*, может иметь длину рук до 30 см.

Класс Офиуры (Змеехвостки) - *Ophiurodea*

Класс включает два отряда: Фринофиуриды (*Phrynophiurida*), Настоящие офиуры (*Ophiurida*)

Отряд Фринофиуриды - *Phrynophiurida*

Не имеют сплошного чешуйчатого или пластинчатого покрова на диске и лучах. Диск и лучи могут быть затянуты толстой кожей, часто покрытой гранулами. У большинства видов лучи разветвленные. Представитель *Girgonocerpha luscaryi* - голова горгоны, имеет ветвящиеся, очень подвижные лучи.

Отряд Настоящие офиуры - *Ophiurida*

Диск обычно покрыт чешуйками, а лучи - пластинками. Лучи никогда не ветвятся, могут изгибаться только в горизонтальной плоскости, так как позвонки лучей соединены при помощи суставов. Представители: *Ophiopsila arenea*, *O. annulosa* — способны светиться при малейшем раздражении тела за счет секрета железистых клеток.

Подтип Эхинозои - ECHINOZOA

Класс Морские ежи — *Echinoidea*

Данный класс делится на два подкласса: Правильные морские ежи (*Regularia*) и Неправильные морские ежи (*Irregularia*).

Подкласс Правильные морские ежи — *Regularia*

Объединяет ежей с шаровидной формой тела и вполне развитыми радиусами. Порошица лежит в центре аборальной стороны диска.

Представители: *Strongylocentrotus*, виды данного рода обычны в северных и дальневосточных морях. *Echinus* — крупный съедобный еж (в пищу употребляют его гонады).

Подкласс Неправильные морские ежи — *Irregularia*

У всех неправильных морских ежей порошица смещается из центра аборального полюса по одному из интеррадиусов на край диска или даже на его нижнюю сторону. Имеют более или менее выраженное билатеральное строение. Амбулакральные ножки верхней стороны не используются в качестве органов движения и функционируют как жабры. Рот перемещается по радиусу вперед почти до края диска. Гонад может быть 4 или 2. Неправильные морские ежи живут в основном на песчаном или илистом грунте. Представители: р. *Echinorachinus*, р. *Clypeaster*.

Класс Голотурии (Морские огурцы, Морские кубышки) — *Holothuroidea*

Класс делится на пять отрядов: Древовиднощупальцевые (*Dendrochirota*), Щитовиднощупальцевые (*Aspidochirota*), Бочонкообразные (*Molpodonia*), Боконогие (*Ela-sipoda*), Безногие (*Apoda*).

Отряд Древовиднощупальцевые голотурии - *Dendrochirota*

Объединяет наиболее примитивных представителей данного класса, обладающих лучше всего выраженной пятилучевой симметрией. Амбулакральные ножки с присосками. Имеют длинные разветвленные щупальца, которые способны втягиваться. Это донные, медленно ползающие вялые животные. Многие имеют промысловое значение. Представители: р.*Cicumaria* — морской огурец.

Отряд Щитовиднощупальцевые голотурии - *Aspidochirota*

Имеют короткие и неразветвленные, невтягивающиеся щупальца. Внешним видом эти животные напоминают очень крупных червей или толстую подошву. Не имеют скелета, поэтому большинство видов употребляют в пищу. Представители: р.*Stichopus*, р.*Holothuria* — виды, которые имеют большое промысловое значение.

Отряд Боконогие - *Elasipoda*

Хорошо выражена двусторонняя симметрия. У них плоская брюшная сторона и сильно выпуклая спинная. Рот окружен короткими щитовидными или руковидными, невтягивающимися внутрь щупальцами. Анус сдвинут на брюшную сторону. Большинство представителей — это обитатели глубин. Представители: *Psychropotes* (в переводе означает «пьющий холодную воду»), *Deima* («страшилище»), *Scotoplanes* («блуждающий во тьме»), *Oneirophanta* («фантастическая»).

Отряд Бочонкообразные - *Molpadonia*

Тело бочонкообразной либо веретеновидной формы, с вытянутым в виде хвоста задним концом. Рот окружен 15 щупальцами, которые сильно укорочены, часто несут пальцеобразные или перистые выросты.

Передний конец имеет дисковидную форму. Функция щупалец у голотурий этого отряда — разрывание грунта.

Амбулакральных ножек нет. Представители: р. Molpadia — обитает в тропических регионах.

Отряд Безногие -Apođa

Амбулакральных ножек нет, поэтому похожи на червей. Водных легких нет, дыхание кожное. Отсутствуют радиальные каналы амбулакральной системы. Число и форма щупалец различны (простые, пальцевидные, перистые). Представители: р. Synapta

ЗАНЯТИЕ 23

Тип Echinodermata – Иглокожие

Подтип Eleutherozoa – Подвижные

Класс Asteroidea – Морские звезды

Отряд Forcipulata – Педицелляриевые морские звезды

Вид Морская звезда (*Asterias rubens*)

Класс Echinoidea – Морские ежи

Вид Морской ёж (*Strongylocentrotus droebachiensis*)

Цель занятия – изучение анатомо-морфологических и физиологических особенностей иглокожих как вторичноротых животных.

Оборудование: влажные фиксированные объекты – морская звезда, морской ёж; сухие препараты, ручная лупа, препаровальная ванночка, ножницы, скальпель, две препаровальные иглы, булавки.

В теле морской звезды *Asterias rubens* различают центральный диск и пять отходящих от него лучей, называемых также руками. Более широкие у основания лучи к вершинам сужаются (рис. 129). Линии, идущие от центра диска к концам лучей, называются р а д и у с а м и. А линии,

соединяющие центр диска с точками между соседними лучами, - и н т е р р а д и у с а м и.

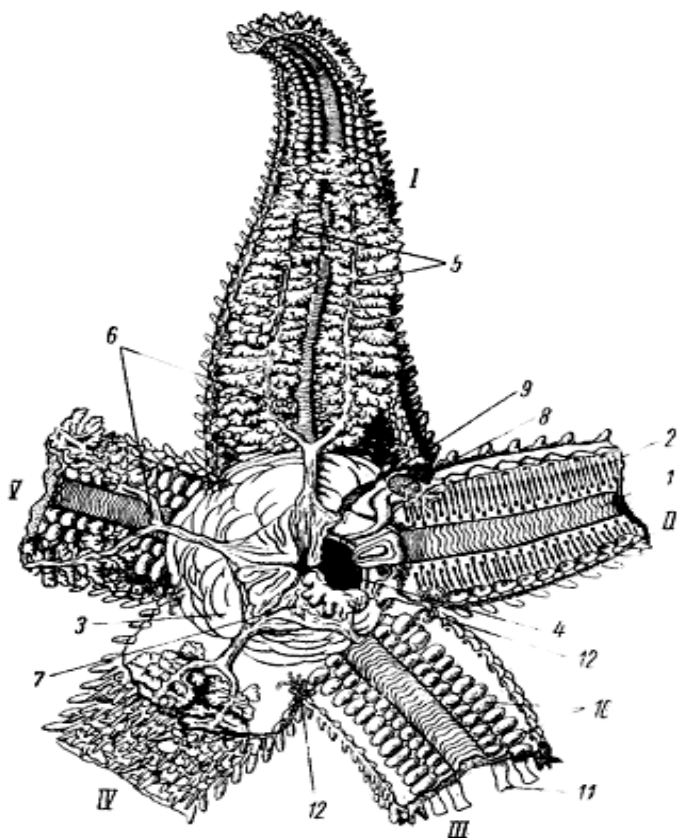


Рис. 129. Пищеварительная и амбулакральная системы морской звёзды (из Зеликмана): животное вскрыто с аборальной стороны: 1 - 2 - скелет руки (1 - амбулакральные пластинки, 2- краевые пластинки); 3 — 7 - пищеварительная система (3 - желудок, 4 - удаленная часть стенки желудка, вскрыта полость желудка, 5 - печеночные мешки, 6 - печеночные протоки, 7 - место расположения анального отверстия); 8-11 - амбулакральная система (8 - madreporовая пластинка, 9 - каменистый канал, 10 - ампулы, 11 - амбулакральные ножки); 12 - гонады

При рассмотрении морской звезды с оральной стороны, т.е. обращенной к грунту стороне, заметен рот, который расположен в центре диска. Вдоль осевой линии каждого луча от основания до вершины проходит *амбулакральная бороздка*, несущая четыре ряда *амбулакральных ножек*, именно с их помощью морские звезды передвигаются по дну и осуществляют различные манипуляции лучами. На вершине каждой амбулакральной бороздки расположена непарная чувствительная амбулакральная ножка, снабженная химическими рецепторами и несущая у основания светочувствительное пигментное пятно – *глазок*. Обнаружить его у фиксированных экземпляров достаточно трудно.

Верхняя, аборальная сторона тела гораздо более выпуклая, нежели оральная. В центре диска расположено с трудом различимое поровидное анальное отверстие. В одном из интеррадиусов имеется небольшая ситовидная, или *мадрепоровая пластинка*, которая названа так из-за схожества в строении с фрагментами скелета мадрепоровых кораллов. Она выполняет функцию своеобразного фильтра, через который морская вода поступает в амбулакральную систему животного (рис.130).

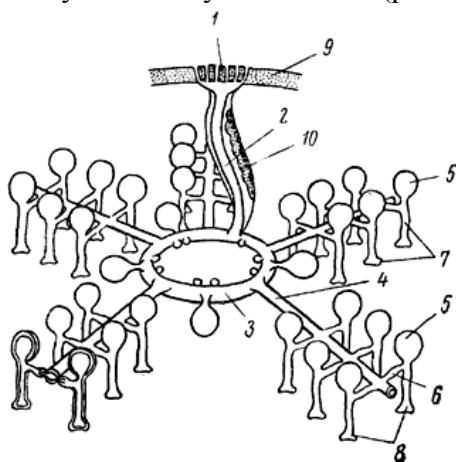


Рис. 130. Схема строения амбулакральной системы морской звезды (из Зеликмана): 1- мадрепоровая пластинка; 2- каменистый канал; 3- кольцевой канал; 4- радиальный канал; 5- ампулы; 6- канал, соединяющий ампулу с радиальным каналом; 7- амбулакральная ножка; 8 - присоска на ней; 9 - аборальная стенка тела; 10 - осевой комплекс органов

Тело морской звезды одето мягкой тонкой кожей. На поверхности покровов можно обнаружить образования трех типов: выступающие из кожи тупые известковые иглы и пинцетовидные либо клювовидные *педицеллярии*, а также конические тонкостенные выросты — *папулы*, выполняющие функции *кожных жабр* (рис. 131).

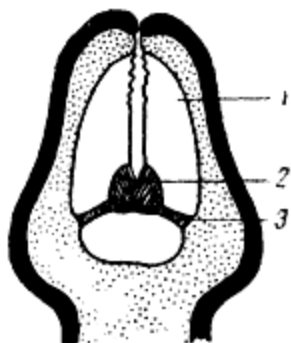


Рис. 131. Педицеллярия морских звезд: 1 — створка; 2 — мускул закрывающий; 3 — мускул открывающий

Полость жаберы — это непосредственное продолжение полости тела — целома. В толще стенок тела морской звезд разбросаны щелевидные полости — остатки первичной полости тела.

Несколько известковых пластин образуют полукольцо, которое охватывает луч с оральной стороны и с боков (рис. 132).

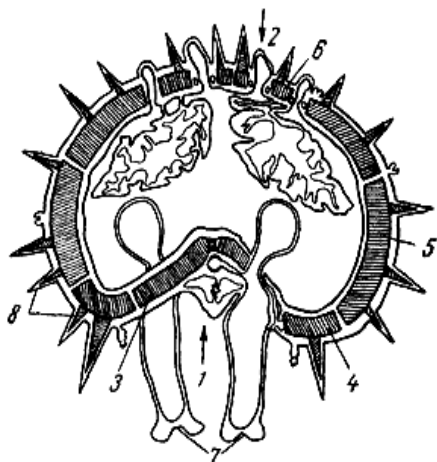


Рис. 132. Скелет морской звезды на поперечном сечении луча (из Зеликмана): 1 — оральная, или амбулакральная, сторона; 2 — аборальная сторона; 3 — амбулакральные пластинки; 4 — адамбулакральные пластинки; 5 — краевые, или маргинальные, пластинки; 6 — аборальные пластинки; 7 — амбулакральные ножки; 8 — иглы

В состав полукольца входят: две амбулакральные пластинки, которые лежат по обе стороны амбулакрального желобка; к ним латерально (скраю) прилегают по одной с каждой стороны адамбулакральная пластинка (околоротовые); за ними следуют по две краевые, или маргинальные пластинки. Такие скелетные полукольца следуют друг за другом на протяжении всей длины луча (рис. 132). На аборальной стороне же известковые пластины неправильно разбросаны.

Таким образом, скелет оральной стороны развит сильнее, а именно, вентральная (оральная) сторона морской звезды характеризуется наличием амбулакральной системы – амбулакральные ножки, ампулы и соединяющие их цилиндрические каналы; радиальный канал с боковыми трубчатыми выростами, которые соединяют его с ампулами и ножками (рис. 130). В целом лежат печеночные выросты, симметрично расположенные в луче – они подвешены на мезентерии (из целомического эпителия выросты) к стенке тела (рис. 129, 5).

Пищеварительная система в пределах центрального диска представлена мешковидным желудком, оно занимает центральное место. От желудка в каждый луч отходит непарный проток, переходящий в протоки парных бурых печеночных придатков (мешков), которые почти целиком заполняют внутреннее пространство луча (рис. 129, 3). Основная функция печени – продуцирование пищеварительных ферментов. По интеррадиусам залегают гроздевидные ректальные железы – это выросты задней кишки.

Половая система – парные перистые гонады расположены в интеррадиусах, продолжаясь в соответствующие лучи. На аборальной стороне тела гонады открываются половыми отверстиями. Морские звезды раздельнополые животные.

Порядок вскрытия морской звезды

Отыскав на аборальной стороне тела madreporовую пластинку, осуществляется вскрытие животного с помощью анатомических ножниц. Разрез ведут по боковой стороне тела, несколько смещая его к аборальной стороне. Madreporовую пластинку огибают на аборальной стороне, не достигая центра диска.

Центральный участок диска, несущий анальное отверстие, также лучше обогнуть краевым разрезом. Закончив разрез, звезду помещают в препаровальную ванночку оральной стороной вниз и закрепляют булавками. Затем осторожно снимают кожные покровы аборальной стороны тела, отгибая их и подсекая удерживающие связи, в результате чего открывается полость тела морской звезды.

Правильные морские ежи (*Echinoidea*) имеют почти круглую форму тела и построены они по строго радиальной пятилучевой симметрии (рис. 134).

Поверхность тела покрыта скелетным панцирем, к нему прикреплены многочисленные иглы, которые служат морским ежам для передвижения, питания и защиты. Иглы и пластинки отсутствуют на площадках вокруг рта (перистом) и вокруг анального отверстия (*перипрокт*).

В центре оральной стороны расположен рот, по краю которого располагаются разветвленные наружные *жабры*. В центре ротового отверстия располагается *Аристотелев фонарь* — особый жевательный аппарат, состоящий из 25 известковых перекладин и пластинок, подвижно соединенных между собой при помощи мышц. Главной составной частью его являются 5 парных пирамидок, внутри которых помещается по одному длинному зубу. Кончики этих зубов и торчат из ротового отверстия. Зубы Аристотелева фонаря участвуют в переработке пищи, передвижении

(вонзаясь в грунт), а также предположительно в рытье нор. Аборальный, как и оральный, полюс морского ежа не несет известковых игл (рис. 135).

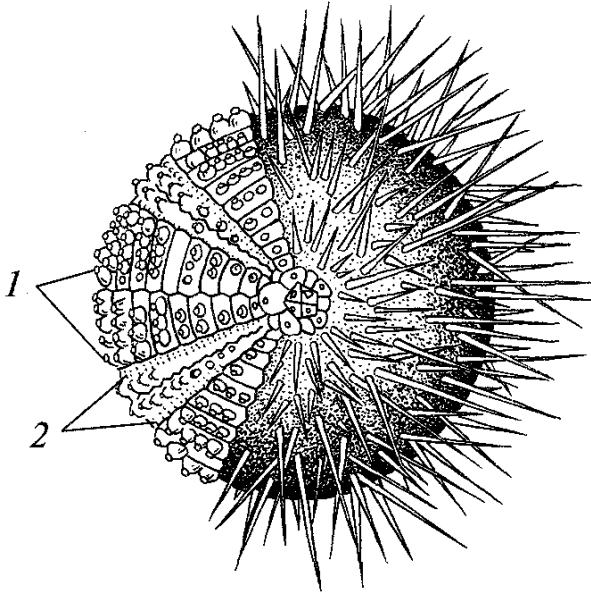


Рис. 134. Внешний вид морского ежа *p.Strongylocentrotus*(из Шапкин и др.): 1- интерамбулакральные; 2- амбулакральные ряды пластинок

Перипрокт окружен двумя concentрическими кругами из пяти скелетных пластинок в каждом. Внутренний круг состоит из более крупных пятигранных генитальных (*половых*) пластинок; каждая имеет крупное отверстие, которым открывается наружу половая железа (половая пора).

Одна из генитальных пластинок служит к тому же *материнской пластиной*, так как она пронизана многочисленными мелкими отверстиями, ведущими в каменистый канал водно-сосудистой системы. Между генитальными пластинками располагаются более мелкие пластинки

наружного круга — г л а з н ы е (рис. 135, 5,6). Каждая из них несет отверстие, через которое просовывается амбулакральная ножка.

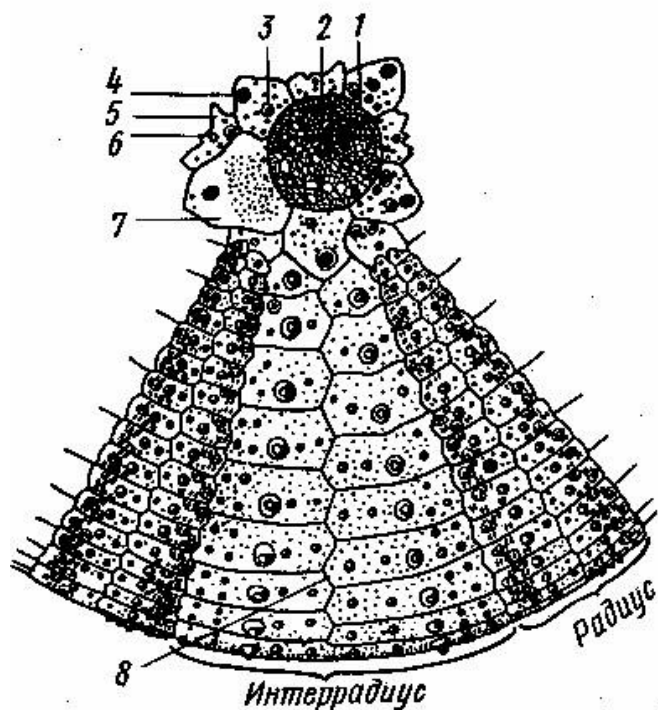


Рис. 135. Часть панциря морского ежа с аборальной стороны (из Шапкин и др.): 1- анальная пластинка; 2- перипрокт; 3- половая пластинка; 4- половая пора; 5- глазная пластина; 6- глазная пора

От каждой пластинки обоих кругов тянется меридианально двойной ряд пластинок через все тело вплоть до перистомального поля — всего 20 рядов. От глазной пластинки идет двойной ряд амбулакральных пластинок с отверстиями для каналов амбулакральных ножек (радиус); от половой пластинки — двойной ряд более крупных интерамбулакральных пластинок (интеррадиус).

Поверхность пластинок покрыта многочисленными бугорками, служащими для прикрепления наружных придатков скелета — и г л. Порошица смещается из центра аборального полюса по одному из интеррадиусов на край диска или даже на его нижнюю сторону. Рот перемещается по радиусу вперед почти до края диска.

В связи со смещением рта по переднему радиусу вперед и анального отверстия из центра апикального поля на край панциря или даже на брюшную сторону, неправильные морские ежи приобретают более или менее билатеральное строение с хорошо различимыми передним и задним концами тела. При этом интеррадиус, по которому происходит смещение анального отверстия, считается задним, а противоположный ему радиус — передним. У большинства неправильных ежей амбулакральные ряды на спинной стороне расширяются в особые образования — *петалоиды*, имеющие вид листочков; у некоторых групп неправильных ежей они помещаются в углублениях панциря и отличаются тем, что несут парные поры, тогда как остальные пластинки имеют только по одной поре.

Амбулакральные ножки верхней стороны не используются в качестве органов движения и функционируют как ж а б р ы.

Задание 23

1. Ознакомьтесь на влажных препаратах с внешним видом морской звезды рода *Asterias*.

2. Сделайте рисунок внешнего вида морской звезды и обозначьте: с аборальной стороны — центральный диск, руки, радиусы, интеррариусы, мадрепоровая пластинка; с оральной — рот, амбулакральные борозды, амбулакральные ножки.

3. На поперечном срезе, заранее приготовленном, ознакомьтесь строением скелета и стенки тела морской

звезды. По схеме продольного сечения звезды (рис. 133) усвоить расположение органов и связи между системами внутренних органов.

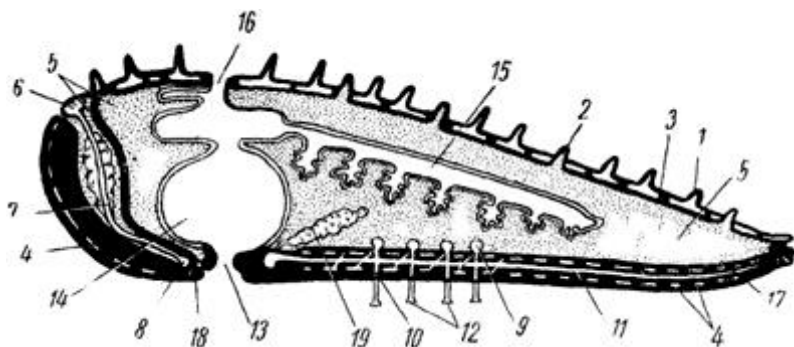


Рис. 133.Общая схема внутреннего строения морской звезды на радиальном (продольном) сечении диска и одного из лучей: 1-3-стенка тела (1 -иглы, 2 — кожные жабры, 3 — целомелиальная выстилка их); 4-пластинки кожного скелета; 5 — целом; 6 — madreporовая пластинка; 7 — каменистый канал; 8 — кольцевой канал, 9 — ампулы, 10 — ножки, 11 — радиальный канал, 12 — присоски на ножках, 13-16- пищеварительная система (13 — рот, 14 — полость желудка, 15 — печеночные мешки, 16 — анус); 17-18-нервная система (17 — радиальный ствол, 18 — кольцевой ствол); 19 — гонады

4. Рассмотрите и изучите с помощью лупы внешнее строение морского ежа (*Strongylocentrus* sp.). Определите оральную и аборальную стороны, амбулакральные ножки, ротовое отверстие.

5. Зарисуйте морского ежа со вскрытым панцирем. Обозначьте madreporовую пластину, половую и глазную пластинки, половую и глазную пору, перипрокт.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности строения вторичноротых животных?
2. Чем отличаются покровы тела вторичноротых животных от первичноротых?
3. Общая характеристика и систематическая структура типа Иглокожие.
4. Особенности эктосомы иглокожих (покровы, мышцы, скелет) сравнительный обзор по классам.
5. Системы обмена веществ (пищеварительная, дыхательная, выделительная): сравнительный анализ по классам.
6. Транспортные системы (амбулакральная, перигемальная, кровеносная): сравнительный анализ по классам.
7. Нервная система и органы чувств иглокожих.
8. Половая система, размножение и развитие иглокожих.
9. Уникальность иглокожих в плане организации.
10. Черты организации, сближающие иглокожих с хордовыми животными.
11. Особенности экологии иглокожих, их роль в природных сообществах и жизни человека.
12. Систематика типа Иглокожие.
13. Как осуществляется размножение и развитие иглокожих?

Объясните значение терминов

Интеррадиусы, кутис, амбулакральные пластинки, адамбулакральные пластинки, маргинальные пластинки, амбулакральные ножки, каменистый канал, диплеврула, педицилляррии, мадрепоровая пластинка, псевдогемальная система, осевой комплекс.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдурахманов Г.М., Лопатин И.К., Исмаилов Ш.И.* Основы зоологии и зоогеографии.- М.: Изд.центр «Академия», 2001.- 496 с.
2. *Беклемишев В.Н.* Основы сравнительной анатомии беспозвоночных.- М.: Наука, 1964.- Т. 1. 432 с.; Т. 2. 456 с.
3. *Бей-Биенко Г.Я.* Общая энтомология.- М.: Высшая школа, 1980.- 416 с.
4. *Бондаренко Н.В., Глущенко А.Ф.* Практикум по общей энтомологии.-Л.: Изд-во «Колос», 1972.- 344 с.
5. *Барнс Р., Кейлоу П., Олив П., Голдни Д.* Беспозвоночные: Новый обобщенный подход : пер. с англ. — М. : Мир, 1992. — 583 с.
6. *Блохин Г. И.* Зоология: учебник / Г. И. Блохин, В. А. Александров. – М.:Колос, 2005. – 512 с.
7. *Буруковский Р. Н.* Зоология беспозвоночных: учебное пособие/ Р. Н. Буруковский. - СПб.: Проспект Науки, 2010. - 960 с.
8. *Гиляров М.С.* Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше. М.: Наука, 1970. 276 с.
9. *Догель В.А.* Зоология беспозвоночных : учебник / под ред. Ю.И. Полянского. — М. : Высш. школа, 1981. – 606 с.
10. *Догель В. А.* Зоология беспозвоночных: учебник/ В. А. Догель. - 9-е изд. стереотип.. - М.: ИД "Альянс", 2011. - 608 с.
11. *Дронзикова М.В.* Учебное пособие по зоологии беспозвоночных.- М.: Берлин: Директ-Медия, 2017.- 173 с.
12. *Жизнь животных : в 7 т. — Т. 1: Простейшие. Пластинчатые. Губки. Кишечнополостные. Гребневики. Плоские черви. Немертины. Круглые черви. Кольчатые черви. Щупальцевые / под ред. Ю.И. Полянского. — 2-е изд., перераб. — М. : Просвещение, 1987. — 448 с.*
13. *Жизнь животных : в 7 т. — Т. 2: Моллюски. Иглокожие. Погонофоры. Щетинкочелюстные. Полухордовые. Хордовые. Членистоногие. Ракообразные / под ред. Р.К. Пас-*

- тернак. — 2-е изд., перераб. — М. : Просвещение, 1988. — 447 с.
14. Жизнь животных : в 7 т. — Т. 3: Членистоногие: трилобиты, хелицеровые, трахейнодышащие. Онихофоры / под ред. М.С. Гилярова, Ф.Н. Правдина. — 2-е изд., перераб. — М. : Просвещение, 1984. — 463 с.
 15. Жизнь животных: в 7 т. / гл. ред. З.Е. Соколов. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1987. Т. 1. 440 с.
 16. Жизнь животных: в 7 т. / гл. ред. З.Е. Соколов. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1988. Т. 2. 448 с.; Т. 3. 464 с.
 17. *Зеликман А.Л.* Практикум по зоологии беспозвоночных.- М.: Высшая школа, 1965.- 332с.
 18. Зоология беспозвоночных в 2 томах. Том 1: от простейших до моллюсков и артро-под.: учебник/ пер. с нем. А. В. Чесунов, ред. В. Вестхайде, ред. Р. Ригер. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. - 516 с.
 19. Зоология беспозвоночных в 2 томах. Том 2: от артропод до иглокожих и хордовых: учебник/ пер. с нем. А. В. Чесунов, ред. В. Вестхайде, ред. Р. Ригер. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. - 423 с.
 20. *Иванов А.В.* Происхождение многоклеточных животных.- Л.: Наука, 1968.- 287 с.
 21. *Иванов А.В., Полянский Ю.И., Стрелков А.А.* Большой практикум по зоологии беспозвоночных.- М.: Высшая школа, 1981.- Ч. 1. 504 с.
 22. *Кулиева Х.Ф.* Медицинская энтомология.- Учебник.- Баку, Zardabi LTD ММС, 2016.- 336 с.
 23. *Лопатин И.К.* Функциональная зоология. - Минск : Высшая школа, 2002. — 150 с.
 24. *Мазей Ю.А., Цыганов А.Н.* Пресноводные раковинные амёбы.- М.:КМК, 2006.- 300 с.
 25. *Наумов Д.В.* Гидроиды и гидромедузы морских, солоноватоводных и пресноводных бассейнов СССР / Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Вып. 70. 587 с.
 26. *Наумов Д.В.* Сцифоидные медузы морей СССР / Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961.- Вып. 75. 98 с.

27. *Наумов Д.В.* Пропп М.В., Рыбаков З.Н. Мир кораллов.- Л.: Гидрометеиздат, 1985.- 359 с.
28. *Ноздрачев А.Д.*, Поляков Е.Л., Лапницкий В.П., Осипов Б.С., Фомичев Н.И. Анатомия беспозвоночных: пиявка, прудовик, дрозofiла, таракан, рак (Лабораторные животные).- СПб.: Лань, 1999.- 320 с.
29. *Островерхова Г.П.* Зоология беспозвоночных : учебник. — Томск : Изд-во Том. ун-та, 2005. - 660 с.
30. *Панкова Т.Ф.*, Островерхова Г.П. Зоокультура простейших. Томск:Изд-во ТГУ, 1993. 64 с.
31. *Подобина В.М.* Фораминиферы верхнего мела и палеогена Западно-Сибирской низменности, их значение для стратиграфии. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1975. 220 с.
32. Практикум по зоологии беспозвоночных : учебное пособие /В.А. Шапкин, З.И. Тюмасеева, И.В. Машкова, Е.В. Гуськова. — М. : Изд. центр «Академия», 2003. — 208 с.
33. Протисты: Руководство по зоологии. СПб.: Наука, 2000. Ч. 1. 679 с.; СПб.: Наука, 2007. Ч. 2. 1144 с.; СПб.; М.: КМК. Ч. 3. 474 с.
34. *Рупперт Э.Э.* Зоология беспозвоночных: Функциональный и эволюционный аспект : учебник для вузов : в 4 т. / пер с англ. под ред. А.А. Добровольского, А.И. Грановича. — М. : Академия, 2008. — 496 с.
35. *Ройтман В.А.*, Беэр С.А. Паразитизм как форма симбиотических отношений.- М.: КМК. 2008.-310 с.
36. *Свешников В.А.* Морфология личинок полихет.- М.: Наука, 1978.- 152 с.
37. *Стрельников А.И.*, Осипов К.С., Гонта К.С. Практикум по зоологии беспозвоночных.- Благовещенск, 2009.- 225 с.
38. Тихомиров И.А., Добровольский А.А., Гранович А.И. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. - М. ; СПб. : Товарищество научных изданий КМК, 2008.- Ч. 1.
39. *Фролова Е.И.* Практикум по зоологии беспозвоночных. - М. : Просвещение, 1985. - 256 с.
40. *Хадорн Э.*, Венер Р. Общая зоология.- М.: Мир, 1989.- 528 с.
41. *Хаусман К.* Протистология.- М.: КМК, 2010.- 496 с .

42. *Шалапенко Е.С.*, Буга С.В. Практикум по зоологии беспозвоночных: учебное пособие. - Минск : Новое знание, 2002. - 272 с.
43. *Шарова И.Х.* Зоология беспозвоночных: учебник. - М. : ВЛАДОС, 1999. – 592 с.
44. *Шапкин В.А.*, Тюмаев З.И., Машкова И.В., Гуськова Е.В. Практикум по зоологии беспозвоночных. - М. : Академия, 2003.
45. *Щербачков М.В.*, Максимов Ю.В., Субботина Е.Ю. Малый практикум по зоологии беспозвоночных: учебно-методическое пособие.- Томский гос. Ун-т, 2015.- 172 с. Программное обеспечение и интернет-ресурсы:
46. <http://labx.narod.ru/documents/protozoology.html>
47. <http://www.biologybook.ru/biblioteka-6>
48. <http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Images/Protista/MastigophoraE.html>
49. <http://zoomet.ru>
50. <http://www.jurassic.ru/amateur.htm>
51. <https://ssaft.com>
52. <https://da02.infourok.ru>
53. <https://cleaningz.ru>
54. <https://biologiya8.adu.by>
55. <https://studopedia.ru>
56. <https://pic3.zhing.com>
57. <https://batudy.net>
58. <https://studfile.net>
59. <https://topuch.ru>
60. <https://elib.gasu.ru>
61. <https://cf.ppt-online.org>
62. <https://www.kuranderyas..com>
63. <https://zoofirma.ru>
64. <https://fishcam-store.ru>
65. <https://blancowateratlas.wordpress.com>
66. <https://macroid.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
ЗАНЯТИЕ 1. Оптические приборы и приготовление временных препаратов.....	5
РАЗДЕЛ I. PROTOZOA (PROTISTA)-	
ПРОСТЕЙШИЕ	15
Тип Саркомастигофоры - <i>Sarcomastigophora</i>	20
ЗАНЯТИЕ 2. Тип <i>Sarcomastigophora</i> , Класс <i>Rhizopoda</i>	23
ЗАНЯТИЕ 3. Подтип <i>Mastigophora</i> , класс <i>Phytomastigina</i> ; класс <i>Zoomastigina</i>	33
Тип Споровики (Апикомплексы) – <i>Sporozoa</i> (=Аpicomplexa).....	40
ЗАНЯТИЕ 4. Тип <i>Sporozoa</i> , класс <i>Gregarinina</i>	44
ЗАНЯТИЕ 5. Тип <i>Sporozoa</i> , класс <i>Coccidiomorpha</i>	50
Тип Инфузории – <i>Ciliophora</i>	62
ЗАНЯТИЕ 6. Тип <i>Ciliophora</i> , класс <i>Ciliata</i>	67
РАЗДЕЛ II. ЦАРСТВО ANIMALIA (ЖИВОТНЫЕ)	75
ЗАНЯТИЕ 7. Тип <i>Spongia</i> , класс <i>Calcarea</i> , класс <i>Demospongia</i>	82
НАДРАЗДЕЛ EUMETAZOA – ЭУМЕТАЗОИ	
РАЗДЕЛ РАДИАЛЬНОСИММЕТРИЧНЫЕ –	
RADIATA , Тип Кишечнополостные – <i>Coelenterata</i> , или Стрекающие – <i>Cnidaria</i>	89
ЗАНЯТИЕ 8. Тип <i>Coelenterata</i> , класс <i>Hydrozoa</i>	95
ЗАНЯТИЕ 9. Тип <i>Coelenterata</i> , класс <i>Scyphozoa</i> , класс <i>Anthozoa</i>	109

РАЗДЕЛ BILATERIA (TRIBLASTICA) –	
ДВУСТРОННЕСИММЕТРИЧНЫЕ	
Подраздел Acoelomata – нецеломические,	
Scolecida – низшие черви, тип Plathelminthes-	
Плоские черви.....	121
ЗАНЯТИЕ 10. Тип Plathelminthes, класс	
Turbellaria.....	130
ЗАНЯТИЕ 11. Тип Plathelminthes,	
класс Trematoda.....	139
ЗАНЯТИЕ 12. Тип Plathelminthes, класс Cestoda.....	153
Тип Nemathelminthes – Первичнополостные черви.....	167
ЗАНЯТИЕ 13. Тип Nemathelminthes,	
класс Nematoda.....	170
РАЗДЕЛ BILATERIA (TRIBLASTICA) –	
ДВУСТРОННЕСИММЕТРИЧНЫЕ	
Подраздел Coelomata – целомические,	
Надтип Trochozoa – трохофорные, тип Annelida –	
Кольчатые черви.....	191
ЗАНЯТИЕ 14. Тип Annelida, класс Polychaeta/.....	202
ЗАНЯТИЕ 15. Тип Annelida, класс Oligochaeta.....	210
ЗАНЯТИЕ 16. Тип Annelida, класс Hirudinea.....	221
Подраздел Coelomata – целомические,	
Надтип Trochozoa – трохофорные, тип Arthropoda –	
Членистоногие.....	231
ЗАНЯТИЕ 17. Тип Arthropoda, класс Crustacea,	
Подклассы Branchiopoda, Сoрeрoдa.....	242
ЗАНЯТИЕ 18. Тип Arthropoda, класс Crustacea,	
подкласс Malacostraca.....	250
Подтип Tracheata – трахейнодышащие,	
надкласс Многоножки – Myriopoda.....	266

ЗАНЯТИЕ 19. Тип Arthropoda, надкласс	
Нехарода, класс Insecta.....	272
Морфология преимагинальных стадий	
насекомых (класс Insecta).....	293
Анатомия насекомых(класс Insecta).....	299
Подтип Хелицеровые – Chelicerata.....	309
ЗАНЯТИЕ 20. Тип Arthropoda. Подтип Chelicerata,	
класс Arachnida.....	312
Подраздел Coelomata – целомические,	
Надтип Trochozoa – трохофорные, тип Mollusca-	
Моллюски.....	323
ЗАНЯТИЕ 21. Тип Mollusca, класс Gastropoda.....	330
Внешнее и внутреннее строение	
Пластинчатожаберных моллюсков	
(подтип Conchifera).....	338
ЗАНЯТИЕ 22. Тип Mollusca, класс Cephalopoda.....	346
РАЗДЕЛ BILATERIA (TRIBLASTICA) –	
ДВУСТРОННЕСИММЕТРИЧНЫЕ	
Подраздел Coelomata – целомические,	
Надтип Deuterostomata – вторичноротые,	
тип Echinodermata – Иглокожие.....	356
ЗАНЯТИЕ 23. Тип Echinodermata, класс Asteroidea,	
класс Echinoidea.....	363
ЛИТЕРАТУРА.....	374

Для заметки


Для заметки

Х.Ф. КУЛИЕВА

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО
ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

(практикум с заданиями)

Подписано к печати 25.01.2021
Формат 60x84 1/16. Объем 24 п.л.
Заказ № 5. Тираж 100

Отпечатано в «Zərdabi Nəşr» MMC
 раб.: (012) 493-51-92,
Моб.: (050, 055) 344 76 01
e-mail: zerdabi_em@mail.ru