

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Калининградский государственный технический университет»

БИОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ

Методические указания по лабораторным работам для студентов, обучающихся в
бакалавриате по направлению подготовки
«Биотехнология»

Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ»
Калининград
2014

УДК 59 (076)

РЕЦЕНЗЕНТ

доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Калининградский
государственный технический университет» **Р.Н. Буруковский**

АВТОР

Судник С.А., канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиопатологии и
гидробиологии ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический
университет»

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры
ихтиопатологии и гидробиологии ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный
технический университет» 29.11.2013 г., протокол №3

Методические указания рекомендованы к изданию методической комиссией
механико-технологического факультета ФГБОУ ВПО «Калининградский
государственный технический университет» 15.04.2014 г., протокол №11

УДК 59 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Калининградский государственный
технический университет»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Микроскопирование. Изучение некоторых представителей простейших, паразитирующих у гидробионтов	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Изучение некоторых представителей свободноживущих жгутиконосцев и губок	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Изучение целентерических животных на примере кишечнополостных	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Изучение свободноживущих и паразитических плоских червей	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Изучение круглых червей, колеров и кольчатых червей	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Изучение членистоногих на примере ракообразных, водных насекомых и водных хелицеровых	37
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Изучение моллюсков и иглокожих	48
Список рекомендованной литературы.....	56

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплина «Биология гидробионтов» предназначена для студентов бакалавриата по направлению подготовки «Биотехнология», которые специализируются в области так называемой «голубой биотехнологии», т.е. в той отрасли биотехнологии, которая занимается исследованием возможностей использования сырья из гидробионтов, особенно морского происхождения. Лабораторные занятия посвящены изучению морфологии и анатомии основных групп гидробионтов (простейшие, губки, кишечнополостные, черви, членистоногие, моллюски, иглокожие, водные позвоночные). На лабораторных занятиях студенты должны закрепить полученный на лекциях теоретический материал, получить практические навыки для работы с гидробионтами. Они должны изучить живых и фиксированных животных, а также гистологические препараты их органов и тканей и зарисовать их. Для этого каждый студент должен иметь альбом для зарисовок и записей. Контроль текущей успеваемости осуществляется опросом студентов в начале каждого занятия и защитой каждого лабораторного занятия во время проверки альбомов.

По каждой лабораторной работе приводятся описание цели работы, краткий теоретический обзор темы, характеристика используемых материалов и оборудования, задания и описание последовательности выполнения необходимых операций (методика выполнения работы). Кроме этого пособие содержит описание классификации изучаемых видов организмов, перечень рисунков для выполнения их в альбоме по лабораторным работам, вопросы для самопроверки и список использованной литературы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

Микроскопирование. Изучение некоторых представителей простейших, паразитирующих у гидробионтов

Цель работы:

1. Восстановление навыков работы с биологическим исследовательским микроскопом.
2. Получение первых навыков биологического рисования.
3. Изучение некоторых представителей паразитических простейших гидробионтов.

Микроскопирование

Для изучения микро- и макроскопических гидробионтов на лабораторных занятиях используются влажные и сухие макропрепараты (экспонаты учебной и музейной коллекций), рассматриваемые без увеличительной техники или при небольшом увеличении, например, ручной лупы с увеличением 4-6 раз, а также микропрепараты, изучаемые при помощи светового микроскопа. Микропрепараты бывают временные и постоянные. Временные – изготавливаются студентами самостоятельно перед изучением объекта; как правило, используются при работе с протистами. Живые простейшие организмы, взятые пипеткой из культуры, в капле воды переносятся на предметное стекло. Капля накрывается покровным стеклом, и препарат готов к исследованию под микроскопом. Разнообразные методики окраски готовых постоянных микропрепаратов, при которых хорошо выделяются отдельные детали строения организмов, их тканей и органов, позволяют составить более полное представление о плане организации животных.

Строение светового микроскопа и техника микроскопирования

В микроскопах, независимо от их марки, имеются основные постоянные элементы.

Станина с предметным столиком для препаратов (подвижный, может иметь препаратопроводители для поиска объекта изучения на препарате), *конденсором* и *осветителем* (или *зеркалом*), а также *тубус*, в котором смонтирована оптическая система микроскопа. Перемещение тубуса относительно станины производится при помощи *макро- и микровинтов*. Это две пары рукояток, расположенные по сторонам станины: верхние – макровинт – для грубой (макрометрической) и нижняя пара –

микровинт – для тонкой (микрометрической) наводки. Благодаря им можно сфокусировать оптическую систему микроскопа на объект и получить его четкое изображение. Оптическая система состоит из *объективов*, направляемых непосредственно на объект и позволяющих получить его увеличение в $\times 8$ (малое), $\times 20$, $\times 40$ и $\times 90$ (большое увеличение). Они ввинчиваются в револьверную насадку (*турель*), расположенную на нижнем конце тубуса. Последняя предназначена для быстрого перевода с одного увеличения на другое. *Окуляр*, в который смотрит наблюдатель, может иметь увеличение $\times 7$, $\times 10$ и $\times 15$. Он свободно вставляется в тубус сверху.

Работа с микроскопом начинается с настройки освещения. Свет от источника должен падать на зеркало. Если источник света естественный, используется плоская сторона зеркала, если искусственный — вогнутая. Пойманный зеркалом луч света направляется на линзу конденсора, расположенного в центре предметного столика. Перемещая его вверх и вниз, следует добиться хорошего освещения поля зрения микроскопа. Яркость и контрастность освещения можно регулировать, изменяя рычажком величину отверстия диафрагмы конденсора. Предметное стекло с изучаемым препаратом помещается покровным стеклом вверх на предметный столик так, чтобы объект попал в его освещенный центр. На малом увеличении при помощи макровинта добиваются получения четкого изображения. Объективы центрированы с револьвером таким образом, что при переходе со слабого к сильному увеличению центр препарата не выходит из поля зрения более сильного объектива. Переход на большее увеличение (**НЕ ПОВОРАЧИВАЯ НИ МАКРО-, НИ МИКРОВИНТ**) осуществляется поворотом турели, пока нужный объектив не встанет вертикально над препаратом с характерным щелчком. Дальнейшая фокусировка микроскопа до четкого изображения осуществляется **ТОЛЬКО С ПОМОЩЬЮ МИКРОВИНТА**. Следует учитывать, что при работе с большим увеличением 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 половину оборота. По окончании работы с использованием большого увеличения микроскопа, необходимо повернуть турель в исходное положение, **СНОВА УСТАНОВИВ**

МАЛОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ, и только тогда снять препарат с предметного столика, что предотвращает повреждение микропрепарата и линзы объектива.

Увеличение микроскопа определяется отношением линейных размеров изображения, которое глаз видит в окуляр микроскопа, к линейным размерам наблюдаемого объекта. Общее увеличение в микроскопе представляет собой произведение от умножения друг на друга увеличений объектива и окуляра. Объектив увеличивает рассматриваемый объект, а окуляр – лишь изображение, полученное при помощи объектива, не добавляя к нему новых деталей, не выявленных объективом. Полное увеличение микроскопа может варьироваться в пределах $\times 56 - \times 1350$: $7 \times 8 - 15 \times 90$, т.е. – до 1350 раз. Дальнейшее расширение возможностей оптического микроскопа невозможно из-за свойств видимого света и коэффициента преломления стекла. Они ограничивают разрешающую способность микроскопа (наименьшее расстояние между двумя деталями микрообъекта, при котором они изображаются объективом раздельно).

Царство Простейшие: паразитические формы.

В качестве объектов изучения плана организации простейших, паразитирующих в том числе у гидробионтов, служат трипаносома и опалина. Представители рода *Trypanosoma* – кровепаразиты позвоночных, в том числе водных животных, могут возбуждать опасные заболевания. Передача паразита чаще осуществляется кровососущим промежуточным хозяином-переносчиком (например, пиявками). В дигенетическом (с двумя хозяевами) жизненном цикле трипаносом наблюдается смена их морфотипов (всего их шесть), что характеризует стадии жизненного цикла трипаносом.

Opalina ranarum – обычный паразит заднего отдела кишечника лягушки. Размеры плоского листовидного тела опалины достигают 0,8 мм. Клеточная оболочка тела имеет гребенчатое строение, на дне гребней рядами располагаются реснички – локомоторный аппарат опалины. Цитоплазма разделена на эктоплазму (плотный бесструктурный слой плазмы, расположенный непосредственно под оболочкой тела) и эндоплазму с множеством ядер и других органелл. Жизненный цикл имеет признаки жизненного цикла как с гаметической, так и с промежуточной редукцией, при этом он у паразита (опалины) согласован с таковым у ее хозяев-амфибий. Взрослая лягушка – промежуточный хозяин, так как в ней происходит бесполое

размножение опалины, головастик – окончательный хозяин (в его кишечнике у опалины происходит размножение с половым процессом).

Задание:

1. Изучить строение механической, оптической и осветительной частей микроскопа и работу с ним. На примере микроскопирования постоянных гистологических препаратов тканей животных, следует научиться работать с микроскопом (или восстановить навыки, полученные во время школьных занятий).

2. Освоить технику изготовления разноплановых биологических рисунков.

3. Изучить план организации и жизненные циклы кинетопластид (на примере трипаносомы) и слопалинат (на примере опалины лягушачьей).

Материалы и оборудование

Постоянные окрашенные микропрепараты тканей многоклеточных животных; моно- и бинокулярные микроскопы, фотоматериалы опалины, трипаносом, плакаты строения трипаносомы, опалины лягушачьей, схемы их жизненных циклов.

Методические указания по выполнению работы

Микроскопирование

Ход работы с микроскопом

Настроить освещение микроскопа с помощью зеркала, пользуясь светом лампы дневного освещения или используя специальный осветитель. На малом увеличении (объектив $\times 8$) с помощью макровинта и микровинта получить качественное изображение объекта, просмотреть всю его толщу. При необходимости перевести микроскоп на большее увеличение (например, объектив $\times 20$ или $\times 40$) и, пользуясь только микровинтом, рассмотреть детально строение ткани многоклеточного организма.

Выполнение рисунка.

Техника рисунка:

Рисунок выполняется на одной стороне листа форматом А4 (вторая сторона остается для возможной корректировки и замечаний). Таксономическое положение объекта изучения (таксоны располагаются в столбик) должно быть подписано на латинском языке над рисунком. Рисунок должен быть сориентирован на листе бумаги так, чтобы передний конец объекта рисования или его спинная сторона располагались в верхней части листа. При рисовании объекта необходимо правильно

передать его форму, соблюдая пропорции и соотношение пропорций с деталями строения. Размер рисунка зависит от его сложности: он не должен быть слишком мелким, детали рисунка должны легко различаться, но и очень крупным рисунок делать не стоит. Подписи деталей рисунка выносятся с помощью четко указывающей на деталь линии (без стрелки) и выполняются или словами или цифрами вокруг рисунка (цифры должны поясняться в подрисуночной подписи).

Царство Простейшие: паразитические формы.

Необходимо изучить строение и жизненный цикл трипаносом (*Trypanosoma*), пользуясь постоянными микропрепаратами (мазок крови позвоночного, больного трипаносомозом) и наглядными пособиями. На микропрепарате при большом увеличении микроскопа у инвазионной трипомастиготной формы трипаносомы (с наиболее развитым жгутиком) нужно рассмотреть размеры тела, его ланцетовидную форму, особенности локомоторного аппарата. Следует стараться найти особи, в которых хорошо видны ядро, кинетопласт (гранула на заднем конце клетки) и жгутик с ундулирующей мембраной (широкие складки мембраны, выходящие за границы тела).

Пользуясь постоянными тотальными препаратами с опалиной лягушачьей и наглядными пособиями, нужно изучить ее размеры (до 0,8 мм), форму тела (плоское листовидное) и строение (гребни клеточной оболочки, экто- и эндоплазму, множественность ядер, особенности ее локомоторного аппарата), тип ее жизненного цикла и его согласованность с таковым у хозяина (лягушки).

Классификация

Царство Protista

Надтип Chromophyta

Надтип Euglenozoa

Тип Slopalinata

Тип Kinetoplastidae

Класс Opalinatea

Класс Trypanosomamonadida

Вид *Opalina ranarum*

Род *Trypanosoma*

Выполнить в альбоме **рисунки**: строение *трипаносомы* и *опалины лягушачьей*; жизненный цикл опалины.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Строение механической части микроскопа.
2. Строение оптической части микроскопа.
3. Строение осветительной части микроскопа. Настройка освещения.
4. Как рассчитать полное увеличение микроскопа?
5. Опишите ход работы с микроскопом.
6. Дайте определение Простейших.
7. Что такое энергида? Кто такие моно- и полиэнергидные простейшие?
8. Дайте определение, что такое жизненный цикл?
9. Почему простейшие живут только в жидкой среде?
10. Как устроен жгутиковый аппарат у трипомастиготной формы трипаносом?
11. Опишите жизненный цикл трипаносомы, паразита гидробионтов.
12. Чем жгутики отличаются от ресничек?
13. Опишите строение тела опалины.
14. Как согласованы жизненные циклы паразита опалины лягушачьей и репродуктивный цикл ее хозяина?
15. Систематика паразитических жгутиконосцев.

Литература: [1](41-59), [2](36-52), [3] (78-80, 105-107), [8] (5-9, 56-59).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.

Изучение некоторых представителей свободноживущих жгутиконосцев и губок

Цель работы: изучение свободноживущих жгутиконосцев и примитивных многоклеточных из группы губок.

Царство Простейшие: свободноживущие жгутиконосцы.

Жгутиконосцы – простейшие, имеющие жгутики хотя бы на одной из стадий жизненного цикла; группа, стоящая наиболее близко к первым эукариотам. Поэтому в ее пределах можно наблюдать очень большое разнообразие всех параметров – и анатомических, и онтогенетических. Среди жгутиконосцев есть и автотрофные (например, вольвокс), и гетеротрофные формы. Именно у жгутиконосцев впервые возникла сексуальность (разделение на два пола), с последующей

неравногаметностью (анизогамией) вплоть до оогамии, амeboидное движение и прочее. Большинство эвгленид (тип Euglenophyta), как и эвглена зеленая (*Euglena viridis*), окрашено в зеленый цвет благодаря многочисленным пластидам, содержащим в качестве пигмента хлорофиллы а и b. Это – преимущественно обитатели пресных вод: луж и т.п., водоемов, загрязненных животными и растительными остатками. Здесь они служат одним из важнейших факторов самоочищения воды. На переднем конце клетки имеется углубление (жгутиковый карман или резервуар), в котором находятся основания двух жгутиков: один – длинный жгутик, второй – короткий, не выходящий за пределы жгутикового кармана. Прилегая к жгутиковому карману, лежит пульсирующая сократительная вакуоль, свое содержимое, осуществляя осморегуляцию, она изливает в его полость. В жгутиковом кармане лежит стигма (глазное пятно). Запасное вещество – углевод парамилон в виде гранул. Деление ядра эвглены происходит митозом, клетки – вдоль ее продольной оси.

Вольвокс (*Volvox*, тип Chlorophyta – зеленые водоросли) – сложно устроенная подвижная колония (колониальный индивидуум), своеобразная тупиковая ветвь эволюции простейших, что не мешает им процветать. Среди таких же, как вольвокс (предков моноэнергидных колониальных жгутиконосцев) были формы, давшие начало многоклеточным животным. Вольвокс золотистый (*Volvox aureus*) представляет собой слизистую сферу, полую внутри, которая объединяет лежащие в один слой двужгутиковые клетки, заключенные в прозрачный матрикс. Клетки соединены друг с другом посредством цитоплазматических мостиков, что обуславливает постоянство существования колонии. Различают передний и задний полюсы: на заднем располагается отверстие – фиалопор, четыре клетки переднего полюса отличаются от остальных более крупными стигмами и осуществляют положительный фототаксис организма (плыву туда, где светло). Кроме того, в колонии есть разделение клеток на генеративные (ответственные за размножение) и соматические (клетки тела). Размеры вольвокса зависят от его возраста. Жизненный цикл – с зиготической редукцией, может осуществляться бесполое размножение. *V. aureus* раздельнополый, но некоторые колонии могут быть обоеполыми.

Инфузории (тип Ciliata), напротив, – вершина эволюции простейших. Группа инфузорий насчитывает от 5500 до 7500 исключительно гетеротрофных видов, среди которых есть свободноживущие и паразитические, прикрепленные,

свободноплавающие, взвешенные в толще воды, а также передвигающиеся по субстрату; одиночные и колониальные; пресноводные, солоноватоводные и морские формы. Например, часто встречающиеся сидячие одиночные кругоресничные инфузории сувойки (*Vorticella*) выглядят как полупрозрачные маленькие колокольчики, сидящие на субстрате на периодически сокращающихся стебельках. Строение инфузорий может служить примером плана очень сложной организации простейших. Размеры тела инфузорий достигают 3 мм. Их форма отличается постоянством и неизменностью, что обусловлено развитием мощного локомоторного аппарата, требующего наличия прочных покровов тела, и варьирует в очень широких пределах внутри типа; окраска зависит от окраски пищевых вакуолей. Локомоторный аппарат представлен ресничным покровом (тело покрыто рядами из одиночных или вдвоенных ресничек) и всей совокупностью органелл, обеспечивающих работу ресничек (эктоплазматической фибриллярной системой). Это обеспечило широчайшие возможности для освоения инфузориями самых разных условий обитания, требующих своих особенностей передвижения. Брюхоресничные инфузории, например, стилонихии (*Stylonychia*), «бегают» и плавают с помощью особых толстых циррей, образованных многими слившимися ресничками. У инфузорий есть также ресничный околоротовой аппарат (совокупность ресничек, создающая ток воды, подгоняющий питательные частицы к ротовому аппарату). Покровы всегда сложно устроены, к ним приурочены специальные органеллы нападения и защиты - экструсомы (разного строения, например: мукоцисты - пузырьки, выделяющие наружу слизистый секрет; трихоцисты, которые при выстреливании превращаются в длинную белковую нить; книдоцисты - капсулы, выбрасывающие стрекательную нить и т.д.). Инфузории - полиэнергидные простейшие (имеют до сотни ядер): по крайней мере, одно ядро - макронуклеус, отвечает за процессы метаболизма в клетке, тогда как все остальные - микронуклеусы (несут генетическую информацию, принимая участие в половом процессе и размножении). Обладают сложно устроенной пищеварительной системой (совокупностью органелл, связанных с добыванием и переработкой пищи: ловчий и вододвигательный аппарат; цитостом, цитофаринкс, пищеварительная вакуоль,двигающаяся в теле по определенному пути, когда происходит переваривание и усвоение пищи, вплоть до места (порошица), где выбрасываются из нее наружу

непереваренные остатки). Имеют единую экскреторную и осморегуляторную систему, называемую комплексом сократительной вакуоли: две сложно устроенных вакуоли, пульсирующих в противофазе. Есть разнообразные способы бесполого (поперечное, через инцистирование, разные виды почкования) и специфическое половое размножение (конъюгация). Инфузория туфелька (*Paramecium*) является и одним из наиболее распространенных и массовых видов свободноживущих инфузорий, ведет свободный образ жизни в водоемах самого разного типа, имеет простой жизненный цикл.

Тип Spongia (Губки).

Губки – одни из наиболее известных представителей фауны морей, океанов и пресных вод. В состав группы входят около 5000 видов, заселяющих Мировой океан от уреза воды до самых больших глубин. Гигантские по своей протяженности поселения губок опоясывают материки на глубинах 500-1000 м. Это естественный фильтр, пропускающий сквозь себя огромные количества воды. Именно биофильтрацией (способ добывания пищи методом прокачивания сквозь губку воды) обусловлено внешнее и внутреннее строение губок. Эффективность биофильтрации тем выше, чем дальше разнесены друг от друга вводные и выводные отверстия на теле губок, что особенно очевидно у колониальных губок. Клетки тела губок обладают уникальным свойством – тотипотентностью (взаимопревращаемость клеток друг в друга), хотя уже имеются специальные камбиальные клетки – архециты, из которых в первую очередь образуются все другие клеточные элементы. Взаимопревращаемость клеток сочетается с их дифференциацией для выполнения конкретных функций: покровной (пинакоциты – клетки тканоида пинакодермы), вододвигательной и фагоцитарной (хоаноциты – воротничковые жгутиковые клетки тканоида хоанодермы, выстилающей жгутиковые камеры), переноса питательных веществ (амебоциты), скелетообразующей (колленциты, лофоциты, спонгициты, склеробласты). Мезохил, содержащий эти разные типы клеток и неклеточный материал (известковые или кремнеземные иглы (спикулы) и органический матрикс), расположен между пинако- и хоанодермой и выполняет опорные функции. Губки постоянно претерпевают морфо-анатомические перестройки и совершают морфо-динамические передвижения. Они способны к образованию так называемых химер

(объединений, содержащих генетически разнородный материал), к бесполому размножению и размножению с половым процессом.

Задание:

1. Изучить план организации и жизненные циклы свободноживущих жгутиконосцев на примере моноэнергидной эвглени зеленой, полиэнергидной инфузории туфельки и колониального вольвокса золотистого;

2. Изучить строение и размножение одиночных и колониальных губок, скелет и практическое значение губок разных классов.

Материалы и оборудование

Постоянные неокрашенные микропрепараты эвглени, вольвокса, геммул («зимующих почек») кремнеуголовых губок, окрашенные микропрепараты инфузории туфельки; влажные фиксированные макропрепараты вольвокса, колониальных кремнеуголовых и одиночных известковых губок; высушенные скелеты кремнеуголовых, роговых и стеклянных губок, порошок бадяги (группа пресноводных кремнеуголовых губок), порошок из спикул стеклянных губок; культуры эвгленид, инфузорий; микроскопы; предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пипетки, стаканчики с чистой водой, хлопковая вата; наглядные пособия с фотографиями эвглени, вольвокса, инфузорий из разных групп, плакаты строения этих жгутиконосцев, их размножения.

Методические указания по выполнению работы

Царство Простейшие: свободноживущие жгутиконосцы.

Жгутиконосцев изучают на временных или постоянных препаратах. В культуре с эвгленой могут встречаться несколько видов: подвижные веретеновидные *Euglena viridis* (эвглена зеленая), малоподвижные вытянутые, наиболее крупные *E. acus*, подвижные листовидные *Phacus sp.* У эвглени зеленой на постоянном препарате, сначала на малом, а затем – на большом увеличении микроскопа нужно рассмотреть веретеновидную форму тела, крупные хроматофоры и парамилловые зерна. При работе микровинтом можно заметить у переднего конца тела стигму. Пользуясь плакатами, нужно изучить локомоторный аппарат, цитоскелет, сократительную вакуоль эвглени.

При большом увеличении следует изучить фрагмент колонии *Volvox* с разными типами клеток (соединенными мостиками округлыми вегетативными клетками, гаметами). *Volvox aureus* раздельнополюй, но колонии некоторых других видов могут

быть обоеполыми. Удлиненные двужгутиковые микрогаметы собраны в округлые пластинки. Грушевидные макрогаметы хорошо различимы благодаря размерам, значительно превышающим размеры вегетативных клеток. Пользуясь таблицами, нужно изучить жизненный цикл вольвокса (с зиготической редукцией), его размножение.

Инфузорий-туфелька (*Paramecium caudatum*) изучают живыми и на постоянном микропрепарате с окрашенными инфузориями. Для исследования живых инфузорий берут каплю с поверхности воды культуры инфузорий и делают временный препарат. На малом увеличении изучают движение парамеций (поступательное и вокруг своей оси, его реверсивность). Обращают внимание на положение цитостома, на пищеварительные вакуоли. Для ограничения подвижности под покровное стекло кладут несколько волокон ваты, а в процессе работы осторожно оттягивают излишки воды из-под покровного стекла полоской фильтровальной бумаги. Следует быть внимательными – при чрезмерном удалении воды инфузории будут просто раздавлены. Обездвижив инфузорию, изучают работу ресничного аппарата и сократительных вакуолей (вакуоли пульсируют с частотой 1-3 раза в минуту). Остальные детали внешнего и внутреннего строения (типы покровов на примере пелликулы, сложный ядерный аппарат, локомоторный аппарат со сложной эктофибриллярной системой, клеточный рот – цитостом, клеточную глотку – цитофаринкс, порошицу – цитопрокт или цитопиге, сократительные вакуоли) рассматривают на постоянном препарате с окрашенными инфузориями, пользуясь наглядными пособиями. В культуре инфузорий на субстрате могут встретиться более крупные «бегающие» инфузории – стилонихии (*Stylonychia*), также на субстрате или на стенках ёмкости с культурой инфузорий отмечают сидячие одиночные инфузории сувойки (*Vorticella*). Следует изучить бесполое размножение и конъюгацию инфузорий, отметить их роль в природе и хозяйственной деятельности человека.

Тип Spongia (Губки): геодия, байкальская губка, спонгилла.

Губок изучают на макроскопических препаратах (фиксированные губки и их высушенные скелеты), а также на временных микроскопических препаратах. На макроскопических препаратах изучают форму и размеры тела одиночных и колониальных губок, особенности строения одиночных известковых губок (сикон),

колониальных кремнеуголовых и роговых, а также стекляннх губок. Обращают внимание на апиально-базальную полярность тела губок (базальной частью губка прикрепляется к субстрату, апиальный её полюс направлен в толщу воды). У губок нужно найти остии (вводные отверстия), оскулюмы (выводные отверстия), парагастральную полость. На временных микроскопических препаратах (порошок из губки бадяги в капле воды, кусочки пресноводных губок, спиккулы стекляннх губок и геммулы кремнеуголовых губок) изучают скелетные элементы различных губок, а также бесполое размножение бадяг.

Классификация

Тип Chlorophyta	Царство Protista	Надтип Ciliophora
Класс Euchloromonada	Надтип Euglenozoa	Тип Ciliata
Отряд Volvocida	Тип Euglenophyta	Вид <i>Paramecium</i>
вид <i>Volvox aureus</i>	Вид <i>Euglenaviridis</i>	<i>caudatum</i>
		Род <i>Stylonychia</i>
		Род <i>Vorticella</i>

Царство Metazoa (многоклеточные)

Подцарство Prometazoa (примитивные многоклеточные)

Тип Spongia (губки)

класс Demospongia (кремнеуголовые и роговые губки)

род Geodia

вид Lubomirskia baicalensis

класс Calcareia (известковые губки)

класс Hyalospongia (стекляннне губки)

Выполнить в альбоме *рисунки*: строение эвглени зеленой, инфузории туфельки, вольвокса и фрагмента его колонии с разными типами клеток; строение тела губок: внешнее – морской (*Geodia*) или пресноводной (*L. baicalensis*) губки, внутреннее – одиночной губки морфотипа сикон.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Сколько жгутиков у эвглени и каково строение жгутика?
2. Какой тип жизненного цикла у эвглени? Почему?
3. Почему вольвокс - колониальный индивидуум?

4. Охарактеризуйте тип жизненного цикла вольвокса.
5. Что такое ядерный дуализм? Каковы функции макро- и микронуклеуса?
6. Строение покровов инфузорий.
7. Как устроены сократительные вакуоли инфузорий?
8. Бесполое размножение инфузорий.
9. Суть конъюгации инфузорий.
10. Систематика жгутиконосцев.
11. Почему губок называют «дивидуумы»?
12. Из каких клеточных ансамблей состоят губки?
13. Какие клеточные элементы входят в состав мезохила?
14. Какие типы скелетов имеются у губок?
15. Систематика губок.

Литература: [1] (22-41, 144-169), [2] (72-90, 111-113), [3] (123-134), [7] (7, 10), [8] (93-118, 126-144).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.

Изучение целентерических животных на примере книдарий

Цель работы: изучение целентерических животных на примере книдарий (тип Cnidaria).

Тело книдарий состоит из двух типов тканей: эктодермы и энтодермы. Главная функция первой – покровная, второй – пищеварительная. Третьим, неклеточным компонентом тела, служит основное вещество – мезогля, располагающаяся между экто- и энтодермой и служащая опорой для них и для связи между ними.

Класс Hydrozoa – базовая группа книдарий. Цилиндрическое туловище гидры состоит из узкого стебелька с прикрепительной подошвой, расширенного желудочного отдела, где сверху на гипостоме (околоротовом конусе) вокруг ротового отверстия находится венчик из 5-9 нитевидных щупалец. Обширная желудочная или гастральная полость тела выстлана энтодермой. Между ней и эктодермой – тонкая прослойка мезоглеи. Бесполое размножение осуществляется отпочковыванием таких же полипов.

Кустистые гидроидные колонии обелии (*Obelia*) представляют собой множество веточек с особями, отходящих от общего основания – особи *гидроризы*, функция которой – прикрепление колонии к субстрату (особи образуются почкованием). Большинство особей в колонии имеет полипоидное строение, напоминающее строение гидры. Они называются *гидрантами* и обеспечивают питание и защиту колоний. Гастральные полости всех полипов объединены гастральным каналом в единую гастро-васкулярную систему. Ветви с особями и гидрориза защищены хитиновым экзоскелетом – текой или перисарком, выполняющим также опорную функцию, например, гидранты защищены чашечкой – гидротекой. Особь *гонангий* крупнее гидрантов; внутри его гонотеки имеется полип – бластостиль, на котором развиваются и отпочковываются медузы.

Плавающая колония *Physalia physalis* (португальский кораблик) из сифонофор является примером колониальности, достигшей уровня супериндивидуализма. Колония состоит из 6 типов особей, связанных между собой единой гастро-васкулярной полостью (каналами), и функция каждой особи сведена до уровня функции органа: пневматофор – пассивное плавание; нектофоры – активное плавание; имеющие арканчики гастрозоиды – добыча пищи и защита; дактилозоиды – защитная и чувствительная функции; филозоиды (кроющие пластинки) – опорная функция; гонозоиды – половые особи.

Гидромедузы, как правило, небольших размеров. По краю нижней поверхности зонтика располагается кольцевая мускулистая складка – парус. Есть ротовой стебелек (манубриум) со ртом на конце. Органы чувств –статоцисты и глазки в составе краевых органов - находятся по краю зонтика медузы. Гонады – в эктодерме на манубриуме или на нижней поверхности зонтика. Нервная система медуз устроена сложнее, чем у полипов.

Существуют три типа жизненных циклов Hydrozoa (метагенетический; с присутствием только полипоидной стадии; с присутствием только медузоидной стадии). Имеются все переходы к исчезновению плавающей медузоидной стадии: у некоторых видов медузы не отрываются от колоний, у других при этом еще наблюдается упрощение их строения, вплоть до превращения в органы полового размножения. С другой стороны, у глубоководных медуз исчезает полипоидная стадия жизненного цикла.

Aurelia aurita – ушастая медуза из класса **Scyphozoa**, широко распространена в большинстве морей, омывающих Россию. Снаружи их крупного тела – однослойная эктодерма; гастроваскулярная система выстлана энто- или гастродермой, пространство между ними занято хорошо развитой, сильно обводненной мезоглеей. Рот ведет в желудок, по краю которого располагаются многочисленные гастральные нити. От желудка отходят каналы гастроваскулярной системы, впадающие по краю зонтика в кольцевой канал. Медузы раздельнополы, с выраженным половым диморфизмом. Четыре парные гонады залегают по краю желудочных карманов в энтодерме. Органы чувств (ропалии) с фоторецепторами (глазками) и органами равновесия (статоцистами) лежат по краю зонтика, вблизи них есть обонятельная ямка. *A. aurita* имеет метагенетический жизненный цикл, где стадия свободноплавающей медузы, выполняющей расселительную функцию и отвечающей за половой процесс, чередуется со стадией сидячего полипа, способного к бесполому размножению (почкованием образуются новые полипчики) и стробилиации (почкованием образуются дисковидные тела, превращающиеся в уплывающих личинок медуз, а затем, постепенно – в половозрелых медуз). Тело полипа: стебелек, прикрытый тонким чехольчиком, переходит в широкий гастральный отдел, на вершине которого вокруг ротового конуса – венчик тонких длинных щупалец.

Коралловые полипы (класс Anthozoa) имеют большое разнообразие форм одиночных и колониальных полипов и делятся на две группы – восьми- и шестилучевые кораллы. У исключительно колониальных восьмилучевых кораллов внутренний скелет (роговой или с известковой пропиткой) формируется в мезоглее. Он может быть: а) представлен отдельными иголочками (одиночными или слившимися, с отростками), разбросанными в мезоглее и/или образующими приповерхностный корковый слой (мягкие кораллы альционарии); б) трубчатый, формирующийся в теле каждого полипа колонии, трубки соединены поперечными платформами (ряд альционарий, органчики); в) мощный общий осевой скелет из отдельных ветвей (роговые кораллы). Полипы в таких колониях обладают восемью щупальцами, их гастральные полости соединены между собой каналами. Колония может состоять из особей одинакового строения или же иметь 2 типа особей. Морские перья способны к передвижению. Колония альциониума с массивным стволом и ветвями имеет неправильную форму, многочисленные полипы на ее

поверхности могут достигать 1 см в длину, студенистая плоть колонии заполняет все промежутки между полипами, скелет развит слабо. В веерообразных колониях некоторых роговых кораллов все стволы, отходящие от подошвы, лежат в одной плоскости. Стволы образуют множественные веточки, формирующие густую мелкоячеистую сеть.

У шестилучевых кораллов скелет может быть не развит или быть представлен развитым наружным скелетом, образующимся в эктодерме. Одиночные бесскелетные формы (актинии) имеют крупные размеры, толстый слой хрящевой мезоглеи; септы делят гастральную полость на камеры; сплюснутая глотка с ресничными желобками обеспечивает в полости циркуляцию воды, что облегчает питание и улучшает газообмен. Мощно развита мышечная система. Есть также одиночные (например, фунгии – «грибы») и колониальные формы (например, мадрепоровые или рифообразующие кораллы) шестилучевых кораллов с развитым внешним известковым скелетом, который последние создают в симбиозе с одноклеточными водорослями *симбиодиниумами*. В жизненном цикле коралловых полипов полностью отсутствует медузоидная стадия. Размножаются полипы половым и бесполом путем (у одиночных почкование приводит к образованию новых особей, а у колониальных форм – к увеличению числа особей в колонии).

Задание: пользуясь микро- и макропрепаратами кишечнополостных разных классов: гидроидных (гидра, гидроидные медузы, сидячая колония обелия, плавающая колония португальский кораблик); сцифоидных (ушастая медуза); коралловых полипов (актинии, различные восьмилучевые и мадрепоровые кораллы) изучить их план организации, жизненные циклы и практическое значение.

Материалы и оборудование

Постоянные окрашенные микропрепараты поперечного среза тела гидры и тотальные – колониальных гидроидных полипов, в том числе, обелии; влажные макропрепараты одиночных и колониальных гидроидных и коралловых полипов разных групп (гидры, актинии, альционарий, морских перьев), а также – ушастой медузы из сцифомедуз; высушенные скелеты колониальных коралловых полипов разных отрядов; микроскопы; предметные и покровные стекла, препаровальные иглы; фотоматериалы и плакаты строения и размножения кишечнополостных разных классов.

Методические указания по выполнению работы

На постоянном или временном макропрепарате гидры необходимо рассмотреть все отделы ее тела (прикрепительную подошву, отделы туловища, венчик щупалец вокруг рта, возможно также обнаружение разновозрастных почек). На микропрепарате (поперечный срез тела гидры) на большом увеличении изучают клеточные элементы эктодермы и энтодермы. Срез округлой формы. В эктодерме необходимо найти капсулы стрекательных клеток, эпителиально-мускульные и интерстициальные клетки (нервные клетки рассмотреть не удастся); в гастродерме – эпителиально-мускульные и железистые клетки с пищеварительными вакуолями, выполняющие пищеварительную функцию. Клеточные пласты разделены тонкой базальной пластинкой мезоглеи. Для изучения морских колониальных гидроидных полипов тотальные микропрепараты с веточкой *Obelia* изучают под биноклем или при малом увеличении микроскопа. Находят экзоскелет колонии (теку, гидротекку, гонотеку), все типы особей (почки, гидроризу, гидранты, гонангий с медузами), соединенных каналами в единую гастро-васкулярную систему. На влажном макропрепарате и с помощью фотоматериалов и таблиц строения *Physalia physalis* (португальский кораблик) рассматривают особей колонии, среди которых: пневматофор, нектофоры, имеющие арканчики гастрозоиды и дактилозоиды, филозоиды (кроющие пластинки) и гонозоиды. Сцимедуз (кл. Scyphozoa) изучают на влажных макропрепаратах *A. aurita*. Обращают внимание на развитую мезоглею, четырехгранный рот (с нижней стороны тела, окружен четырьмя ротовыми лопастями с щупальцами), ведущий в желудок с четырьмя карманами и многими гастральными нитями. Рассматривают строение восьми ветвящихся (с ропалиями на конце их центральных стволов) и восьми неветвящихся каналов гастроваскулярной системы, впадающих по краю зонтика в кольцевой канал. Самцов и самок медуз можно отличить по цвету парных гонад: у самцов при созревании изменяется от розового до фиолетового, у самок – от желтого до оранжево-бурого цвета. Коралловые полипы (кл. Anthozoa) изучают на влажных макропрепаратах и высушенных скелетах полипов разных видов из учебной и музейной коллекции. На примере мягких (альциониумов) и роговых кораллов, морских перьев, актиний, фунгий и склерактиний изучают разнообразие форм одиночных и колониальных полипов, особенности развития скелета восьми- и шестилучевых кораллов. На влажном макропрепарате продольного среза актиний (одиночных бесскелетных форм) находят

толстый слой хрящевой мезоглеи, гастральные септы, сплюснутую глотку с ресничными желобками. Одиночные формы с развитым скелетом можно рассмотреть на примере грибов («грибов»), а строение колониальных полипов с развитым внешним известковым скелетом – на примере мадрепоровых или рифообразующих кораллов. В жизненном цикле коралловых полипов полностью отсутствует медузоидная стадия. Размножаются полипы, как половым, так и бесполом путем (у одиночных почкование приводит к образованию новых особей, а у колониальных форм – к увеличению числа особей в колонии). Пользуясь фотоматериалами и таблицами, нужно изучить образование медузы на гидро- и сцифополипах; строение гидромедуз в отличие от сцифомедуз; жизненные циклы гидры, обелии, медузы аурелии и глубоководных медуз, актинии и коралловых полипов.

Классификация

Царство Metazoa (многоклеточные)

П/царство Eumetazoa (настоящие многоклеточные)

Тип Cnidaria (стрекающие)

класс Hydrozoa (гидрозои)

отряд Hydrida

род *Hydra* (гидра)

отряд Thecata

род *Obelia* (обелия)

отряд Siphonophora

вид *Physalia physalis* (португальский кораблик)

класс Scyphozoa (сцифозои)

отряд Semaestomae (одноротые)

вид *Aurelia aurita* (ушастая медуза)

класс Anthozoa (коралловые полипы)

отряд Actiniaria

род *Actinia* (актиния)

отряд Scleractinia (коралловые полипы)

Выполнить в альбоме *рисунки*: строение гидры, ушастой медузы, актинии (виды продольных разрезов с подписями деталей строения), жизненный цикл ушастой медузы.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Как устроено тело одиночного гидроидного полипа?
2. Из каких клеток состоит эктодерма квидарий, ее функции?
3. Чем отличается мезоглея полипов от мезоглеи медуз?

4. Строение колонии гидроидных полипов на примере обели.
5. Строение колонии гидроидных полипов на примере португальского кораблика.
6. Внешнее строение сцифоидной медузы на примере Аурелии.
7. Строение гастроваскулярной системы сцифомедуз.
8. Что такое ропалии?
9. Жизненный цикл Аурелии.
10. Внешнее строение актинии.
11. Внутреннее строение актинии.
12. Опишите внешний и внутренний тип скелета у кораллов с примерами для каждого?
13. Роль симбиотических водорослей в жизни кораллов.
14. Жизненный цикл кораллов.

Литература: [1] (172-240), [2] (114-142), [3] (192-251), [6] (108-131), [7] (13-16), [8] (144-200).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.

Изучение свободноживущих и паразитических плоских червей

Цель работы: изучение строения и жизненных циклов свободноживущих и паразитических плоских червей: турбеллярий, трематод и цестод.

Плоские черви характеризуются следующими особенностями организации. Тело билатерально-симметрично и уплощено в спинно-брюшном направлении. Покровы – ресничный железистый эпителий (турбеллярии) или погруженный синцитиальный эпителий; подстилаются базальной пластинкой. Кожно-мышечный мешок (совокупность покровов и подстилающих их мышечных слоев) занимает периферическое положение и включает кольцевые, диагональные, продольные и спинно-брюшные мышечные элементы. Промежутки между внутренними органами заполнены паренхимой. Эволюцию пищеварительной системы можно представить так: обособление пищеварительной паренхимы – формирование центральной

полости – формирование кишечной полости, не выстланной гастродермой, а далее – возникновение кишечного ресничного эпителия. Тип пищеварения может быть внутриклеточным и внеклеточным. У некоторых турбеллярий развивается до 100 глоток и до 63 ротовых отверстий. У многих паразитических форм пищеварительная система вторично исчезает, и тогда функции поглощения пищевых веществ переходят к покровам. Выделительная система, если развита хорошо, представлена парными протонефридиями, где многочисленные мерцательные клетки (клетки с полостью, внутри которой располагается пучок ресничек или 1-2 жгутика (так называемое ресничное пламя)) равномерно распределены в паренхиме тела червя, от них отходят каналы, последовательно объединяющиеся в два главных собирательных канала, открывающиеся наружу порами, (реже каналы сливаются и перед открытием наружу образуют мочевой пузырь). Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Строение нервной системы – от примитивной поверхностной нервной сети до внутренней нервной системы, образующей правильную пространственную решетку, или ортогон. В ортогоне есть головной мозг, в виде двух окологлоточных ганглиев, связанных окологлоточным нервным кольцом, или – внутренний мозг. От мозга вперед отходят нервы к органам чувств, расположенных на переднем конце тела, а назад – несколько пар продольных нервов (спинные, брюшные, боковые), связанных между собой кольцевыми нервами. Мозг иннервирует парные глаза, обонятельные ямки и сенсиллы – кожные ресничные чувствительные клетки. Встречаются также светочувствительные, чаще множественные краевые глазки, у активно подвижных есть органы равновесия –статоцисты. Половая система – преимущественно гермафродитная. В связи с переходом к внутреннему оплодотворению черви приобретают совокупительные органы, половые протоки (семяпроводы, яйцеводы, влагалище), семяприемник для хранения семени, добавочные железы (скорлуповые и др. железы). У многих женские гонады дифференцированы на яичники и желточники, тогда откладываются сложные яйца с внешним желтком. Некоторые черви способны к бесполому размножению.

У большинства турбеллярий развитие прямое, у отдельных развитие протекает с метаморфозом: есть так называемая Мюллеровская личинка. Паразитические черви (трематоды, лентецы) развиваются с метаморфозом, всегда имея расселительную личинку. А трематоды и лентецы еще обладают сложным жизненным циклом с

несколькими хозяевами из разных видов и чередованием поколений, различающихся как строением, так и способом размножения. **Класс ресничные черви (турбеллярии, Turbellaria)** – базовая группа среди плоских червей, включает свободноживущие, комменсальные и паразитические формы. Молочно-белые планарии (например, *Dendrocoelum lacteum*) широко распространены в наших пресных водах. Это обычный вид, заселяющий стоячие и текущие водоемы. Поселяются под камнями, на опавших в воду листьях, под корой коряг, в пазухах листьев водных растений. Имеет небольшое удлинённое прозрачное плоское тело (длина 15-25 мм, ширина до 6 мм) с расширенным головным участком, где имеются лопастевидные чувствительные выросты, два развитых мозговых глаза, ниже на брюшной стороне – рот, ведущий в мускулистую, телескопически складывающуюся глотку – орган, предназначенный для добывания и первичной обработки пищи (передний отдел кишечника). Пищеварительная система у многих развита хорошо и выполняет функцию не только пищеварения, но и распределения питательных веществ. От глотки начинается трёхветвистый кишечник (средняя кишка) – одна ветвь направлена от глотки вперёд, и две – от глотки параллельно назад. Ветви кишечника образуют многочисленные боковые веточки, густо пронизывающие тело. Задний конец тела сужен и несколько заострен. Покров тела – ресничный железистый эпителий, содержащий множество секреторных желез (слизистые и белковые железы). Среди них есть железы, выстреливающие известковыми иглами, а также одно- и многоклеточные ядовитые железы, помогающие добывать пищу и раздражающие полового партнера при копуляции. Более 50% энергии пищи тратится на образование слизи, слизь смазывает и защищает поверхность тела, в том числе и от высыхания; она оставляет на субстрате след, обеспечивающий опору ресничкам и использующийся для ловли жертвы. Работа ресничек обеспечивает мелким формам передвижение и улучшает всем газообмен через поверхность тела. Более крупные формы передвигаются с помощью мускулатуры, волнообразно изгибая тело. На переднем конце тела есть два глаза; боковые головные лопасти несут на поверхности многочисленные чувствительные сенсиллы. У многоглазой планарии спереди – множественные краевые глазки. Планарии – гермафродиты с перекрестным оплодотворением. При размножении в теле формируются коконы, покрытые плотной кожистой оболочкой и достигающие 2-3 мм. После откладки кокон (содержит до 40 яиц) приклеивается к

субстрату, позднее из него выходят маленькие планарии (развитие прямое). Другие классы плоских червей ведут свое происхождение от турбеллярий.

Класс трематоды (Trematoda) – сосальщики. Представители дигенетических сосальщиков – двуустки (имеют две присоски: ротовую на переднем конце тела – для питания мягкими тканями хозяина и брюшную – для прикрепления), например, ланцетовидный сосальщик, печёночная двуустка являются главнейшими паразитами человека и домашних животных. У трематод сложный жизненный цикл с чередованием поколений, различающихся по способу размножения. Особи полового поколения (мариты) размножаются типичным половым способом. Остальные поколения (чаще – два: спороцисты, редии) размножаются партеногенетически и называются партениты (их яйцеклетки развиваются без оплодотворения). По ходу цикла происходит смена хозяев. Мариты паразитируют практически во всех внутренних органах и даже в кровеносных сосудах позвоночных животных: рыбах, амфибиях, рептилиях, птицах и млекопитающих, в том числе, человека. Этот хозяин – окончательный. Первым обязательным промежуточным хозяином, в котором размножаются партениты, служат моллюски.

Класс Ленточные черви (Cestoda, лентецы, цестоды) (3500 видов) – внутренние паразиты кишечника, реже - каналов печени, полости тела позвоночных животных и человека. Тело размерами от 8 мм до 25 м уплощено и вытянуто в длину, разделено на три отдела: головку (сколекс), шейку и членистое туловище. Формы с нерасчлененным телом немногочисленны. Головка несет органы прикрепления (ущемляющие, присасывательные и заякоривающие) для фиксации в кишечнике хозяина. Короткая шейка лежит следом за сколексом, не расчленена, имеет зону почкования, где образуются новые членики тела (количество может достигать нескольких тысяч экз.). Обитание в среде, где много питательных веществ, привело к редукции пищеварительной системы и к переходу на осмотическое питание через покровы тела, которые несут трубчатые выросты для увеличения поверхности; выполняют покровную, пищеварительную, транспортную, секреторную, выделительную и осморегуляторную функции. Под покровом – кожно-мускульный мешок; между органами – паренхима. Выделительная система – сложно устроенный протонефридий с основной функцией – распределительной, т.к. у них исчез кишечник, а тело велико. Специальные органы чувств отсутствуют. Большинство

цестод обладают сложной гермафродитной половой системой. В средней части тела – гермафродитные членики с хорошо функционирующей половой системой, а в задней его части – «перезрелые» членики, где сильно разрастается матка, заполненная яйцами. Личинка, развивающаяся внутри яйца, у низших цестод (широкий лентец) называется корацидием, у высших (солитеры) – онкосферой или шестикрючным зародышем. Развитие цестод идет без чередования поколений, но с метаморфозом. Широкий лентец имеет сложный жизненный цикл, связанный с водной средой, со сменой хозяев (двух промежуточных (рачок из копепод; рыбы) и окончательного – позвоночного животного) и свободноживущей расселительной личинкой (корацидием). У свиного цепня (*Taenia solium*) жизненный цикл укорочен и не привязан к воде (выпадает свободно плавающая личинка; в яйце формируется онкосфера): промежуточный хозяин – свинья, во внутренних органах которой из онкосферы развивается личинка финна. Главная опасность при заражении цепнем состоит в том, что человек становится его промежуточным хозяином.

Задание: пользуясь макро- и микропрепаратами молочной и многоглазой планарий, печеночного и ланцетовидного сосальщиков, ленточных червей (широкий лентец, солитер), фотоматериалами и плакатами жизненных циклов и строения разных видов плоских червей, изучить план организации, размножение, простые и сложные жизненные циклы свободноживущих и паразитических плоских червей четырех классов.

Материалы и оборудование

Постоянные неокрашенные микропрепараты молочной и многоглазой планарий, окрашенные микропрепараты: печеночного, ланцетовидного сосальщиков, передней части тела широкого лентеца, незрелые и зрелые членики цестод (широкого лентеца, свиного цепня); влажные макропрепараты широкого лентеца, печеночного сосальщика, финозного мяса домашних и диких животных; ручные лупы и микроскопы; фотоматериалы турбеллярий из разных групп, цестод, марит трематод и внешний вид людей, зараженных трематодами, плакаты строения и жизненных циклов плоских червей из разных групп.

Методические указания по выполнению работы

Пользуясь постоянными неокрашенными микропрепаратами молочной (*Dendrocoelum lacteum*) и многоглазой (*Polycelus*) планарий под биноклем

необходимо рассмотреть размеры, строение удлиненного, заостренного кзади, тела молочной планарии: найти широкий головной участок с боковыми выростами, два темно окрашенных глаза, ниже – рот, ведущий в глотку, а далее – в трёхветвистый слепо замкнутый кишечник. В строении гермафродитной половой системы можно найти лишь место расположения половой клоаки – снизу, за глоточным карманом – сюда открываются выводные протоки женской системы и мужской системы с совокупительным органом. В теле планарии могут различаться коконы с темными яйцами. У многоглазой планарии на переднем конце тела необходимо найти множественные краевые темно окрашенные глазки. По краю тела молочной планарии на большом увеличении микроскопа необходимо рассмотреть ресничный эпителий. Детали строения их пищеварительной, нервной (ортогон с мозгом) систем, протонефридия и сложного полового аппарата (у высших турбеллярий гонады делятся на яичники и желточники) необходимо изучить, используя плакаты с рисунками строения этих систем. Гермафродитные половозрелые особи трематод – мариты изучаются на примере печеночной (*Fasciola hepatica*) и ланцетовидной (*Dicrocoelum dendriticum*) двуусток. Под биноклем изучают их тотальные препараты, детали строения половой системы можно уточнить под микроскопом. Обращают внимание на размеры трематод, их форму тела. На окрашенных микропрепаратах печеночной двуустки находят ротовую присоску со ртом, брюшную присоску, под ней находят мускулистую овальную глотку-насос, далее – короткий пищевод, двухветвистый слепозамкнутый кишечник, идущий до заднего конца тела. Обе ветви кишечника дают множество боковых веточек. Изучают сложно устроенную гермафродитную половую систему трематод. У печеночной двуустки, например, крупные ветвящиеся семенники занимают центральное положение в задней половине тела, от них парные семяпроводы направляются к передней части тела, где сливаются в семяизвергательный канал, пронизывающий совокупительный орган, лежащий в половой клоаке над брюшной присоской. Яичник непарный, лежит в средней части тела, яйцевод впадает в срединно расположенный оотип. Сюда также впадают семяприемник и скорлуповые железы. Многочисленные желточники лежат гроздьями вдоль боковых сторон тела, объединяясь на заднем конце. Их нитевидные желточные протоки, расположенные поперек продольной оси тела, впадают в оотип. От оотипа

берет начало извитая матка, наполненная созревающими (ближе к оотипу) и зрелыми (ближе к половой клоаке) яйцами. У ланцетовидной двуустки длинная извитая матка занимает почти всю заднюю часть тела, сначала она до конца тела направляется назад, а затем поворачивает к переднему концу и открывается рядом с совокупительным органом. Детали строения нервной и выделительной систем трематод на тотальных препаратах рассмотреть не удастся. Пользуясь плакатами, надо разобраться со строением покровов тела трематод, выделительной и нервной систем, морфологией и анатомией партенит, сложными жизненными циклами двуусток и патогенным значением сосальщиков. Изучение цестод следует начинать с рассмотрения внешнего строения широкого лентеца на влажном препарате и, используя наглядные материалы, – особенностей морфологии тела других лентецов. При изучении тотальных препаратов удобно использовать бинокляр. Детали анатомии червей рассматривают под микроскопом. На микропрепаратах цестод необходимо обратить внимание на: яйцевидную форму сколекса широкого лентеца, слегка сплюсненную с боков, на две присасывательные щели; особенности строения незрелых и зрелых проглотид цестод. Пользуясь плакатами, необходимо разобраться с жизненными циклами широкого лентеца и свиного цепня (*Taenia solium*), выяснить патогенное значение цестод.

Классификация

Тип Plathelminthes (плоские черви)

класс Turbellaria (ресничные черви)

вид *Dendrocoelum lacteum* (молочная планария)

класс Trematoda (сосальщики)

вид *Fasciola hepatica* (печеночная двуустка)

вид *Dicrocoelum dendriticum* (ланцетовидная двуустка)

класс Cestoda (ленточные черви)

вид *Diphylobothrium latum* (широкий лентец)

вид *Taenia solium* (свиной солитер)

Выполнить в альбоме *рисунки*: строение тела молочной планарии; строение пищеварительной системы печеночного сосальщика, его жизненный цикл; сколекс

широкого лентеца, строение гермафродитного членика солитера; жизненный цикл широкого лентеца и свиного цепня.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Как устроены покровы плоских червей (турбеллярии, трематоды, цестоды)?
2. Строение кожно-мускульного мешка плоских червей.
3. Как устроена пищеварительная система плоских червей?
4. Нервная система типа ортогон и ее строение.
5. Строение протонефридия и его функции у плоских червей.
6. Внешнее строение тела трематод.
7. Строение репродуктивной системы трематод.
8. Жизненный цикл печеночного сосальщика.
9. Строение тела цестод.
10. Жизненный цикл широкого лентеца.
11. Жизненный цикл свиного солитера.
12. Систематика плоских червей

Литература: [1] (253-338), [2] (148-197), [3] (264-286, 321-395), [7] (16-18), [8] (201-242).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.

Изучение круглых червей, коловраток и кольчатых червей

Цель работы: изучение строения, экологии и жизненных циклов круглых червей, коловраток и кольчатых червей (многощетинковых (полихет), малощетинковых (олигохет) червей и пиявок).

Круглых червей и коловраток исторически относят к группе первичнополостных червей, которая характеризуется рядом общих черт строения. Имеется полость тела – щелевидное пространство между внутренними органами. Форма тела круглая в поперечнике (не у всех). Для многих форм характерно постоянство клеточного состава, способность к регенерации отсутствует. Покровы чаще кутикуляризованы.

Ресничный покров может сохраняться лишь частично. Мускулатура может быть представлена только слоем продольных мышц или отдельными пучками, кольцевые мышцы есть не у всех. При разбросе длины представителей двух типов (в целом от 0,027 мм у самцов коловраток до 8 м у одного из паразитических видов круглых червей), абсолютно преобладают формы с длиной тела менее 1 мм. Пищеварительный тракт сквозной. Выделительная система чаще представлена протонефридиями. При всем этом наблюдается большое разнообразие способов передвижения и добывания пищи.

Тип **Круглые черви** (Nemathelminthes) – возможно, одна из самых многочисленных групп животных. Уход в капилляры грунта из под пресса хищничества потребовал резкого уменьшения длины тела и защиты его от механических повреждений с помощью наружного скелета (кутикулы) со всеми возникающими перестройками (сформировались специфические двигательные, трофические и репродуктивные модули). Миниатюризация привела к потере паренхимы и появлению конечного числа клеток в теле или, по крайней мере, в некоторых органах. Нематоды имеют вытянутое тело, в сечении круглое, покрытое сложно устроенной толстой кутикулой, выполняющей комплекс функций: способность к избирательному транспорту веществ; защита тела от механических повреждений и функция передвижения (служит антагонистом мышц). Рост сопровождается линьками. Гиподерма (под кутикулой) – главная барьерная ткань нематод и важная запасаящая ткань, с ней тесно связана нервная система (примитивный признак). Все органы чувств у нематод связаны со специальными структурами на кутикуле: щетинками, бугорками и т.д. Орган выделения – ренетта, или шейная железа. У крупных червей полость тела заполнена жидкостью, выполняющую функцию гидроскелета, что позволяет кутикуле служить упругим антагонистом для продольных мышц. Нематоды, независимо от места и образа жизни, питаются растворами органических веществ, для чего приспособлен весь пищеварительный тракт (длинная глотка-насос, появление полостного пищеварения и формирование сквозного пищеварительного тракта). В основе строения полового аппарата нематод – две половые трубки, дифференцированные по длине. Как правило – яйцекладущие, но есть и живородящие. Жизненный цикл у большинства нематод простой, без чередования поколений. Свободноживущие нематоды широко

распространены и очень многочисленны, но не имеют большого практического значения. Также многочисленные паразитические формы живут в разных органах беспозвоночных, позвоночных животных и растений. У них отложенные яйца или личинки после выведения наружу должны попасть в другого хозяина этого же вида; есть паразиты, имеющие в жизненном цикле промежуточных хозяев.

Коловратки (Тип Rotatoria) имеют расчлененное на отделы тело (голова, туловище, нога), имеющее: по-разному устроенный коловращательный аппарат; пищеварительный тракт, состоящий из нескольких отделов, среди которых особое место занимает глотка со сложным челюстным аппаратом. При уменьшении размеров тела количество клеток в нем уменьшилось (клетки есть, в основном, только в голове, в остальном речь идет об определенном и постоянном числе ядер в организме каждого вида). Покровы включают волокна межклеточной кутикулы. Мускулатура – это система специализированных мышц. Выделительная система – протонефридий. В половой системе имеются желточники. Жизненный цикл коловраток – гетерогония (чередование поколений самок, размножающихся типичным половым процессом, с поколениями, размножающимися партеногенетически). Коловратки играют важную роль в сообществах водоемов и в питании рыб.

Тип **Кольчатые черви** (Annelida) обладают более высокой организацией по сравнению с другими типами червей. Их тело разделено на сегменты. Впервые в животном мире у них появляются вторичная полость тела (мультифункциональный целом), есть также специализированные органы передвижения (параподии), органы дыхания – кожные жабры, органы выделения – метанефридии, брюшная нервная цепочка, как правило, замкнутая кровеносная система (у большинства кольцецов). Тип делится на два подтипа: беспоясковые и поясковые.

Беспоясковые кольцецы, к которым относится класс **многощетинковые черви** (полихеты, Polychaeta) характеризуются раздельнополостью, простым строением полового аппарата, а на туловище у них отсутствуют поясок и зона половых сегментов. Полихеты имеют покровы – кутикулу, развитый кожно-мускульный мешок, преимущественно однородную сегментацию с выраженным головным и хвостовым отделами тела (тагмами), на сегментах туловища находятся параподии и щетинки, гонады чаще всего расположены в каждом сегменте. Для них характерно

бесполое размножение и половой процесс, развитие – метаморфоз с личинкой трохофорой. Различают бродячих и сидячих полихет. Полихеты имеют важное значение в питании рыб и других гидробионтов. К подтипу поясковых относятся два класса: *малощетинковые черви* (олигохеты, Olygocheta) и *пиявки* (Hirudinea). Они облигатные (обязательные) гермафроды. Их гонады расположены в определенных сегментах, имеется поясковая зона, развитие прямое. Класс олигохет характеризуется отсутствием антенн и щупалец на голове, параподий на туловище (щетинки параподий сохраняются). Внешние и внутренние особенности их строения связаны с приспособлением олигохет к обитанию в грунте: наблюдаются изменения в строении пищеварительной, выделительной, кровеносной, нервной и половой системах. Олигохеты (например, дождевые черви) имеют большое значение в образовании почв, в питании рыб, как объекты культивирования и вообще в жизни пресных водоемов. У пиявок в связи с эктопаразитизмом (хищники-засадчики) наблюдается стабилизация числа сегментов как результат перехода к прикрепленному образу жизни и появлению присосок. Обладают ложной (вторичной) кольчатостью тела. Происходит специализация строения целома (он связан с незамкнутой кровеносной системой), пищеварительной и выделительной систем; имеется паренхима. Пиявки – обычные паразиты рыб и других животных. Благодаря специальному ферменту их слюнных желез – гирудину, разжижающему кровь жертвы, пиявок широко используют в медицине.

Задание: пользуясь макропрепаратами паразитических форм (аскариды), живым и фиксированным материалом пелагических коловраток, музейными и учебными макро- и микропрепаратами кольчатых червей, в том числе nereidy пелагической, дождевого червя и медицинской пиявки, фотоматериалами и плакатами строения и жизненных циклов разных видов, изучить разнообразие форм тела, план организации, размножение, простые и сложные жизненные циклы свободноживущих и паразитических форм червей, особенности экологии и значение в природе и для человека червей каждого из трех типов (круглых, коловраток, кольчатых).

Материалы и оборудование

Влажные учебные и музейные макропрепараты аскариды, зарывающихся, бродячих и сидячих полихет (одиночных и колониальных: спирорбисов, пектинарый, пескожила, nereid разных видов, афродиты), дождевого червя и пресноводных

олигохет, челюстных пиявок разных видов; временные препараты живых ползающих коловраток из культуры и фиксированных пелагических форм коловраток; сухие домики колониальных полихет серпулид; увеличительные лупы, моно- и бинокулярные микроскопы; фотоматериалы нематод, коловраток и полихет; плакаты строения и размножения червей разных групп.

Методические указания по выполнению работы

Изучая **круглых червей**, необходимо рассмотреть внешний вид фиксированной аскариды (*Ascaris sp.*), обратить внимание на веретеновидную, округлую в сечении, форму ее тела. Под плотной кутикулой в виде тонких сероватых линий просвечивают четыре гиподермальных валика, идущих вдоль всей длины тела. Используя ручную лупу, нужно найти ротовое отверстие, открывающееся на переднем конце тела, с тремя губами, анальное отверстие – на брюшной стороне тела в задней его трети. У самок на брюшной стороне тела (в передней его трети) в виде маленькой точки на кутикуле можно обнаружить половое отверстие (у самцов половой проток открывается в заднюю кишку). Пользуясь плакатом, нужно рассмотреть строение кутикулы, вентральный и дорсальный гиподермальные валики с главными ортогональными стволами нервной системы, строение пищеварительной системы с хорошо развитой сложно устроенной глоткой-насосом, половой системы самок и самцов аскариды. По фотоматериалам следует познакомиться с почвенными круглыми червями и некоторыми видами нематод, паразитирующих в животных и растениях, выяснить их патогенное значение, разобраться с жизненным циклом аскариды. На занятии изучаются живые ползающие **коловратки** из культуры, а также фиксированные планктонные коловратки разных видов. При наблюдении за живыми коловратками надо обратить внимание на особенности морфологии, изменение формы тела при движении. На большом увеличении заметна глотка, а также органы чувств. Пользуясь плакатами, фотоматериалами и определителями, нужно изучить строение и функции коловращательного аппарата, необходимо также определить один-два вида пелагических коловраток, обратив внимание на разнообразие форм строения их панцирей, явление цикломорфоза и жизненный цикл с чередованием различного размножающихся короткоживущих поколений. Изучая **кольчатых червей**, на макропрепарате nereиды (*Nereis sp.*) необходимо рассмотреть ее внешний вид, найти головную лопасть (простомиум), первый сегмент (перистомиум) с ротовым

отверстием на брюшной стороне, парные боковые выросты конечностей – параподий на сегментах туловища, заднюю анальную лопасть (пигидий) с органами чувств. Используя бинокляр, следует найти придатки головного отдела (пальпы, антенны и усики), несколько пар простых глазков, рассмотреть покровы, внешнее строение параподий с выступающими пучками щетинок, усиками – циррjami. На макропрепарате пескожила (*Arenicola marina*) необходимо обратить внимание на неоднородный характер сегментации туловищных сегментов и сильное уменьшение параподий, выявить три отдела тела: передний, средний с кустистыми жабрами, задний; рассмотреть также макропрепараты бродячей полихеты *Aphrodite aculeata*, разных видов *Pectinaria sp.*, строящих домики из песчинок; скопления известковых домиков *Serpula sp.* Пользуясь плакатами внутреннего строения nereиды, следует увидеть мышцы (кольцевые, продольные, косые дорсо-вентральные), целом с эпителием, кишечник, главные кровеносные сосуды, брюшную нервную цепочку. На тотальном препарате фиксированного дождевого червя (*Lumbricus terrestris*) нужно рассмотреть массивный передний конец тела, поясok, спинную выпуклую, более темную сторону и брюшную – уплощенную, светлую сторону тела, кутикулярные покровы. Для него характерно отсутствие антенн и усиков на голове, параподий на туловище, хотя их щетинки сохраняются. Пользуясь плакатами строения дождевого червя, нужно обратить внимание на особенности его строения: кольцевую и продольную мускулатуру, парный надглоточный ганглий в голове и брюшную нервную цепочку; «известковые» слюнные железы, расширение пищевода (зоб), наличие впячивания-тифлозоля в кишечнике; развитый спинной кровеносный сосуд, несколько пар боковых сердец в области пищевода; гермафродитную половую систему. Изучая класс пиявок на примере макропрепарата медицинской пиявки (*Hirudo medicinalis*), нужно обратить внимание, что в связи с эктопаразитизмом у них есть две присоски (передняя и крупная задняя) с разными функциями, ложная кольчатость тела, исчезают параподии и щетинки. Окраска обусловлена многочисленными пигментными клетками, расположенными в сложно устроенных покровах – коже пиявок. Следует обратить внимание на специализацию строения пищеварительной системы (есть мускулистая глотка-насос, кишечник делится морфологически и функционально на 2 части (длинную запасующую – с боковыми карманами и короткую – пищеварительную)), кровеносной системы (становится

незамкнутой), паренхимы. Требуется изучить размножение и развитие кольчатых червей, выяснить значение полихет в природе и для человека, олигохет – в образовании почв и в питании рыб, в жизни пресных водоемов, пиявок – как паразитов рыб и других животных и их роль в медицине.

Классификация

Тип Nematelminthes (круглые черви)

класс Nematoda (нематоды)

вид Ascaris lumbricoides

Тип Rotatoria (коловратки)

вид Keratella quadratum

Тип Annelida (кольчатые черви)

1. Под/тип *Aclitellata* (**беспоясковые**)

класс Polychaeta (многощетинковые черви)

вид Nereis pelagica

2. Под/тип *Clitellata* (**поясковые**)

класс Oligochaeta (малощетинковые черви)

вид Lumbricus terrestris (дождевой червь)

класс Hirudinea (пиявки)

вид Hirudo medicinalis (медицинская пиявка)

Выполнить в альбоме *рисунки*: строение нематоды; жизненный цикл аскариды; строение коловратки; внешнее строение переднего и заднего конца тела нереиды; поперечный разрез дождевого червя; морфология тела пиявки.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Общая характеристика круглых червей.
2. Строение тела круглых червей.
3. Жизненный цикл свободноживущих нематод.
4. Систематика круглых червей.
5. Общая характеристика коловраток.
6. Строение тела коловраток.
7. Систематика коловраток.
8. Общая характеристика многощетинковых червей.
9. Внешнее строение полихет на примере нереис.

10. Общая характеристика малощетинковых червей.
11. Чем отличаются олигохеты от полихет?
12. Внешнее строение медицинской пиявки.
13. Систематика кольчатых червей.
14. Практическое значение коловраток, круглых и кольчатых червей.

Литература: [1] (253-338), [2] (207-288), [3] (422-448, 469-489), [4] (26-64, 67-103, 107-130), [6] (179-185, 190-194, 198-228), [7] (18-23), [8] (257-277).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.

Изучение членистоногих на примере ракообразных, водных насекомых и водных хелицеровых

Цель работы: изучение строения и экологии членистоногих на примере ракообразных (низших и высших), водных насекомых и водных личинок насекомых, а также пантопод и водных форм паукообразных.

В Типе Arthropoda (Членистоногие) насчитывается 1-6 млн. видов, предполагается, что общее их количество должно достигать свыше 30 млн. видов. При этом насекомые составляют основу биологического разнообразия нашей планеты. Членистоногие завоевали все адаптивные зоны биосферы: встречаются в морях и пресных водах, а также на суше; живут в пещерах, поднимаются в горы до линии снегов и, освоив полет, достигают скоростей почти в 100 км в час и высоты подъема более 1 км. Среди них преобладают свободноживущие формы, но есть и изощреннейшие формы паразитизма. Это одиночные животные, но у некоторых насекомых (пчел, муравьев, термитов) обнаруживается чрезвычайно высокий уровень социальности. Водные членистоногие сложились как активно подвижные организмы, живущие в придонных слоях воды, выработавшие защитный покров, и имеющие максимально развитые членистые рычажные конечности, что помогло им нести тело над субстратом, освоив третье измерение. Конечность имеет столько осей сгибания, сколько в ней есть члеников, что обеспечивает выполнение ею очень сложных движений. Выражен тагмозис – образование отделов тела (тагм); каждый

предназначен к выполнению определенного комплекса функций, состоит из сегментов с парными специализированными конечностями. Тело включает: акрон (головную лопасть); от девяти до нескольких десятков сегментов; тельсон (анальную лопасть). Части тела объединены в три тагмы: голову, грудь и брюшко. Покровы – кутикула, упрочненная хитином, выполняет защитную и опорную функции (экзоскелет), подстелена гиподермой, которая ее вырабатывает. Скелет каждого сегмента состоит из плотных кутикулярных пластинок (спинной, брюшной, пары боковых), соединяющихся тонкими мембранами. На пластинки опираются поперечнополосатые мышцы пучковой мускулатуры. Для увеличения размеров тела членистоногое должно периодически избавляться от панциря – линять. Линька регулируется сложной нейро-гуморальной системой. Полость тела – схизоцель (сложная система щелевидных пространств между внутренними органами). Кровеносная система незамкнутая, хорошо развиты крупные кровеносные сосуды, капилляры отсутствуют. Изливающаяся из сердца по сосудам полостная жидкость (гемолимфа, выполняющая функцию крови) омывает внутренние органы, собирается в специальные полости – синусы – и оттуда попадает опять в окологердечную сумку и сердце. Современные членистоногие подразделяются на три подтипа: Branchiata (жабродышащие) с надклассом ракообразные (Crustacea), Chelicerata (хелицеровые) и Tracheata (трахейнодышащие).

В надкласс *ракообразных* входят более 42000 видов преимущественно водных морских, но также пресноводных, полуводных, пещерных и наземных членистоногих. Большинство видов – свободноживущие, есть и паразиты. Подвижные, но имеются и сидячие; одиночные животные, реже колониальные. Это двусторонне симметричные животные с чрезвычайно разнообразной формой тела. Тело состоит из трех тагм: головы, груди и брюшка. Голова десятиногих раков включает акрон и пяти сегментов: акрон несет глаза; 1, 2-й сегмент – две пары антенн (чувствительные усики), 3-й – верхние челюсти, 4, 5-й – две пары нижних челюстей. При разрастании головной «щиток» может прикрывать только голову и грудь (у креветок), а может скрывать все тело, формируя своеобразную раковину – одно- или двустворчатую. У бокоплавов, равноногих раков щиток отсутствует или может уменьшаться. Число сегментов груди у низших раков варьируется, у высших – 8. У некоторых из них они прикрыты сверху щитком (карапаксом), образуя головогрудь. Все сегменты несут

парные грудные конечности (их придатки – наружные листочки, жабры – выполняют дыхательную функцию); первые 3 пары называют ногочелюстями; они принимают участие в сборе и переработке пищи. На 4, 5-м, а у некоторых – на 6-м сегменте, как правило, – клешненосные ноги (функция – добыча пищи, защита, нападение, удержание самки при спаривании). 2 или 3 задние пары ног выполняют двигательные функции – служат для опоры на субстрат при передвижении по нему. Брюшко у высших раков состоит из 6-7 сегментов и тельсона (на нем открывается анальное отверстие): первые 5 несут плавательные ножки (из них первые 2 пары видоизменены у самцов для выполнения функций совокупительных органов). 6-й сегмент несет хвостовые ножки, которые вместе с тельсоном выполняют функцию хвостового плавника. Многослойная кутикула (состоит из хитина и других белков, пропитанных карбонатом кальция) может образовывать толстый прочный панцирь. В мускулатуре различают: продольные туловищные мышцы, прикрепляющиеся в каждом сегменте; спинно-брюшные мышцы каждого сегмента; пучки мышц, осуществляющие подвижность конечностей и члеников тела. Нервная система располагается под покровами на брюшной стороне тела; состоит из головного мозга (состоит из трех отделов) и брюшной нервной системы (состоит из парного нервного ствола, тянущегося вдоль тела, с парными узлами в каждом сегменте, соединёнными между собой кольцевыми стволами). Существует висцеральная нервная система, иннервирующая внутренние органы. Поверхность тела несет многочисленные чувствительные образования (волоски, щетки щетинок, чешуйки). Из органов чувств различают: механорецепторы (выполняют функцию осязания), статоцисты (ориентация в пространстве), хеморецепторы (обоняние и вкус), терморецепторы, фоторецепторы (парные сложные глаза – фасеточные органы зрения; у некоторых раков может быть непарный светочувствительный глазок). Пищеварительная система представляет собой длинную трубку. У высших раков в желудке пища сначала перемешивается, размельчается и фильтруется так, что лишь мельчайшие частицы поступают в пищеварительную железу средней кишки (гепатопанкреас, совмещает функции печени и поджелудочной железы), где они перевариваются; грубые – удаляются через длинный задний кишечник. Кровеносная система открытая; от сердца (сократимой трубки вдоль тела, тянущейся вдоль спинной стороны тела, лежащей в околосоудочной сумке) отходит передняя аорта, а также задняя аорта с

ответвляющимися от нее артериями сегментов брюшка; после омывания внутренних органов, гемолимфа из лакун тела поступает в жабры, а оттуда – обратно в сердце. Сердце лежит в той части тела, где находятся органы дыхания (жабры), чаще – в головогрудь. Жабры у десятиногих раков – придатки грудных ножек, выстланные дыхательным эпителием, у высших раков они прикрыты разросшимся панцирем - карапаксом; у мелких форм они могут отсутствовать, тогда газообмен происходит через всю поверхность тела. Органы выделения находятся в сегментах антенн (функционируют чаще у личинок) и нижних челюстей (у взрослых) и состоят из 3 отделов: концевой мешочка, выделительного канала, открывающегося отверстием наружу; дополнительно выделительную функцию выполняют органы дыхания и клетки кишечного эпителия. Репродуктивная система состоит из парных трубчатых гонад и дополнительных органов. У форм, вынашивающих яйца, образуются выводковые сумки. У высших раков женские половые отверстия лежат на 6-м, а мужские — на 8-м сегменте груди. Ракообразные чаще раздельнополы, но встречаются и различные формы гермафродитизма, демонстрируют разнообразие репродуктивных стратегий. У паразитических и сидячих форм наблюдается карликовость самцов, паразитирующих на теле самок. В некоторых группах наряду с нормальным половым процессом распространен партеногенез.

Из хелицероных (Chelicerata) нам интересны водные формы, например, мечехвосты (класс Xiphosura) и морские пауки (пикногониды, класс Pantopoda или Ruspogonida); они имеют водное дыхание. Водные формы класса паукообразных (например, водные пауки, клещи) дышат атмосферным кислородом. У паукообразных на передней части тела антенн нет, есть клешненосные хелицеры и педипальпы с функциями захвата добычи и питания, а также органов чувств, и четыре пары ходильных ног; задняя часть тела состоит чаще из 12 сегментов, без придатков; у клещей происходит слияние обоих отделов, а хелицеры и педипальпы преобразуются в колюще-сосущий ротовой аппарат.

Класс мечехвосты включает всего 5 видов единственно сохранившейся группы в современной фауне первичноводных хелицероных. Это мелководные обитатели различных грунтов, хищники, с разделением тела на 3 тагмы (широкая передняя часть тела, покрытая головным щитом, брюшко с щитком и длинный хвостовой шип). Хелицеры маленькие, с клешнями; педипальпы и 4 пары ходильных ног – тоже с

клешнями, их шипастые основания образуют «челюстной аппарат», т.к. щелевидный рот лежит на брюшной стороне передней части тела; на 7-м сегменте – палочковидные хилирии. Брюшко несет генитальные крышечки и 5 пар листовидных жабр (функция – дыхание и плавание). Раздельнополые с половым диморфизмом, яйцекладущие.

Класс пикногониды включает около 1000 видов. Тело очень тонкое, с цилиндрическим туловищем и очень длинными (до 24 см) ходильными конечностями, внутри которых – слепые отростки внутренних органов. Есть хоботок для всасывания жидкой и размельчения твердой пищи и придатки-овигеры для вынашивания кладки яиц. Брюшко недоразвито. Специальных органов дыхания и экскреции нет. Чаще раздельнополы.

Подтип Tracheata – самая богатая видами группа животных, включающих по разным оценкам от 5 до 35 млн. видов первично наземных животных, сейчас описано только около 965 тыс. видов. Есть и вторичноводные, обитающие в пресной воде: водные насекомые и водные личинки насекомых. Известен единственный тропический океанический вид — клоп-водомерка *Halobathes*. Тело делится на 3 отдела: *головная капсула*, состоящая из акрона и 5 сегментов (несет 2 фасеточных глаза и простые глазки, две губы около рта, подвижные усики (органы обоняния и осязания), нижние челюсти, 2 пары верхних челюстей, *грудь* и *брюшко*. В зависимости от способа добывания и переработки пищи сильно варьирует строение ротовых аппаратов (например, грызущий и его модификации – у некоторых водных жуков, их личинок, личинок сетчатокрылых и др.; колюще-сосущий и его модификации – у клопов и их личинок). Скелет сегментов туловища – кутикулярное кольцо, состоящее из 4 пластинок: спинки, груди и двух боковых пластинок. *Грудь* обособлена, состоит из трех сегментов (передне-, средне- и заднегруди); несет 3 пары ног и 1-2 пары крыльев (на средне- и заднегруди). Для работы крыльев имеется мощная мускулатура. Ноги состоят из следующих члеников: тазик, вертлуг, бедро, голень и лапку. Строение некоторых, или всех ног у водных форм приспособлено для плавания. Крылья – двухслойные боковые складки тела с щелью между ними, имеют внутри систему трубчатых жилок – опорный скелет крыла; по жилкам проникает гемолимфа из полости тела, заходят трахеи и нервы. У жуков передняя пара крыльев (надкрылья) ороговела, в покое они прикрывают вторую пару крыльев. У

полужесткокрылых, или клопов верхняя твердая часть 1-й пары крыльев выполняет функцию защиты крыльев 2-й пары, но их нижняя часть (нежная, перепончатая) сохраняет способность к полету. Брюшко состоит из 4-11-ти сегментов и тельсона. На 8-9-ом сегментах находятся наружные половые придатки (гениталии). Покровы насекомых выполняют также функцию защиты от обезвоживания. Мускулатура пучковая, состоит из множества поперечнополосатых мышц, делится на скелетную и висцеральную (внутренних органов). Полость тела разделена двумя перегородками на три, расположенных друг над другом, отдела. Запасные питательные вещества накапливаются в жировом теле. Органы выделения – мальпигиевы сосуды, открывающиеся в заднюю кишку. Дыхание осуществляется трубчатými трахеями. Очень мелкие формы дышат только поверхностью тела. Водные личинки могут иметь наружные трахейные жабры (внутри – трахеи). Есть система эндокринных желез, выделяющих гормоны в кровь. Большинство раздельнополы. Яйца крупные (с большим количеством желтка), их форма, внешний вид и способы откладки очень разнообразны. При развитии насекомых, если из яйца выходят личинки, обитающие в той же среде и питающиеся практически той же пищей, что и взрослые особи (имаго) (хотя некоторые признаки взрослых у них недоразвиты), то таких насекомых называют гемиметаболическими, т. е. с неполным превращением. Их жизненный цикл состоит из 3-х главных фаз: яйца, личинки и имаго. Это: стрекозы, поденки, веснянки с их водными личинками – наядами, водные клопы. Если личинки обитают совершенно в другой среде и питаются другой пищей, по строению очень сильно отличаются от имаго, тогда во время перехода к имаго они должны претерпеть сильную перестройку всех органов, что требует периода покоя. Таких насекомых называют голометаболическими, или с полным превращением; у них 4 фазы: яйцо, личинка (активно питается, растет во время линек), куколка, имаго. Это: водные жуки, ручейники, некоторые двукрылые с их водными личинками.

Задание: пользуясь музейными и учебными макро- и микропрепаратами водных членистоногих (низших и высших ракообразных, паукообразных, мечехвостов и морских пауков, насекомых и их водных личинок), плакатами строения тела и фотоматериалами, изучить морфологию и анатомию животных этих групп, обращая внимание на разнообразие формы их тела, билатеральную

симметрию, особенности тагмозиса и внутреннего строения, экологию, размножение и развитие (особенно, у насекомых), а также практическое значение.

Материалы и оборудование

Постоянные влажные фиксированные макропрепараты ракообразных разных групп: ветвистоусых и веслоногих рачков, щитней, усоногих раков, раков-богомолов, мизид, свободноживущих равноногих раков, бокоплавов, эуфаузиид, десятиногих раков (речных раков, раков-отшельников, креветок, крабов, омаров, лангустов); влажные макропрепараты морских и пресноводных пауков, личинок поденок, личинок стрекоз двух групп, имаго и личинок водных клопов и водных жуков, личинок и куколок комаров, личинок ручейников разных групп; сухие макропрепараты атлантического мечехвоста; имаго веснянок, водных клопов; тотальные макропрепараты заключенных в акрил водных клопов, жуков, личинок сетчатокрылых; микропрепараты ротовых аппаратов грызущего и колюще-сосущего типов, грудной ножки насекомого, крыла насекомого; окрашенные тотальные микропрепараты дафнии и циклопа; временные препараты ветвистоусых и веслоногих рачков; сухие домики рачков-балянусов; препаровальные иглы, увеличительные лупы и моно- и бинокулярные микроскопы; фото и видеоматериалы водных членистоногих из разных групп, плакаты с их строением.

Методические указания по выполнению работы

Изучение организации **ракообразных** лучше начинать с наиболее просто устроенных форм из класса жаброногих. Они имеют непостоянное число сегментов, грудные ножи служат для движения, дыхания и направления пищи ко рту; передняя часть тела щитней (отряд Notostraca) покрыта панцирем. Туловище ветвистоусых рачков (отряд Cladocera) защищено двустворчатой раковиной. Имеют своеобразные способы питания, чередование поколений в жизненном цикле, явление цикломорфоза. Многие виды жаброногих раков имеют важное значение в рыбном хозяйстве: некоторые виды служат объектами массового разведения на рыбноводных заводах (артемия, дафния, моина), а такие рачки, как щитни, могут причинить ущерб рыбноводному хозяйству, появившись в прудах в большом количестве. Классы ветвистоусые (Copepoda), усоногие раки (Cirripedia), карповые вши (Branchiura) объединяют свободноживущих, ведущих сидячий образ жизни и паразитических раков. Особенности их строения: грудь из 4-6 сегментов, ее конечности не выполняют

дыхательной функции; брюшные ножки и жабры отсутствуют; развитие с метаморфозом. Планктонные веслоногие служат промежуточными хозяевами многих гельминтов, что может вызвать заболевания рыб. Своеобразие строения некоторых усоногих раков и карповых вшей проявляется в связи с сидячим, прикрепленным образом жизни или в связи с переходом к экто- и эндопаразитизму. Основные признаки строения высших ракообразных (класс Malacostraca): постоянное число сегментов, наличие конечностей на брюшке, строение выделительной и кровеносной систем, характерные личинки. Наибольшее значение для человека имеют раки из отрядов Stomatopoda, Mysidacea, Cumacea, Isopoda, Amphipoda, Euphausiacea, Decapoda, так как велика роль многих раков в пище рыб и китов, многие представляют ценный продукт питания и используются промыслом. На примере речного рака изучается строение высших раков. Необходимо рассмотреть его внешний вид, найти пару сложных фасетированных глаз, головогрудной панцирь – карапакс, прикрывающий *гологогрудь* со спинной стороны, *брюшко*. Нужно изучить конечности рака: 5 пар головных (2 пары усиков-антенн, верхние челюсти, 2 пары нижних листовидных челюстей); 8 пар грудных (3 пары ногочелюстей I-III пары, одна пара больших и две пары малых клешненоносных ног, еще две пары собственно ходильных ног) и 6 пар брюшных конечностей (5 пар плавательных ножек: первые 2 пары у самцов – совокупительные органы; у самок 1-я пара сильно редуцирована, а 2-я недоразвита), 6-я пара – хвостовые ножки (в виде пластинок) вместе с тельсоном образует хвостовой плавник. На влажных макропрепаратах вскрытого речного рака нужно найти брюшную нервную цепочку, сердце с отверстиями, главные артерии (переднюю, две антеннальные, заднюю), гонады (парный яичник под карапаксом – поверх печени, или парные семенники (клубочки тонких трубочек) по бокам груди), в пищеварительной системе – переднюю кишку с массивным желудком, состоящим из 2-х отделов (жевательного и фильтрующего), за которым идет короткая средняя кишка, вбирающая протоки крупного гепатопанкреаса, далее – длинная задняя кишка с анальным отверстием на брюшной стороне тельсона. На головогрудке под боковыми выростами карапакса нужно рассмотреть жабры, у основания антенн постараться найти органы выделительной системы рака – антеннальные железы в виде небольших нежных комочков. Необходимо выяснить практическую значимость ракообразных, в том числе – как источников биотехнологического сырья.

При изучении водных форм хелицерных (Chelicerata) на сухом макропрепарате *атлантического мечехвоста* необходимо рассмотреть придатки передней части тела (хелицеры, педипальпы и 4 пары ходных ног), на брюшной ее стороне найти рот в окружении шипастого челюстного аппарата; на брюшке: на 1-м сегменте – половые крышечки, а на остальных 5 – множественные жаберные листочки. На передней части тела *пауков* с помощью лупы нужно рассмотреть клешнеобразные хелицеры, щупальцевидные (у самок) или превращенные в совокупительные органы (у самцов) педипальпы и 4 пары ходильных ног с коготками, на нижней стороне брюшка найти легочные крышечки, прикрывающие отверстия легочных мешков, и паутинные бородавки – на конце брюшка. У *водных клещей* нужно увидеть слитное тело и колюще-сосущий ротовой аппарат (из хелицер и педипальп), обратить внимание на значение этих клещей как паразитов водных организмов и переносчиков возбудителей многих заболеваний. На влажном макропрепарате *пикногонид (морских пауков)* на передней части их тонкого туловища необходимо увидеть хоботок, хелифоры, пальпы (чувствительные щупальца) и яйценосные придатки овигеры, а далее пары (чаще 4) очень длинных ходильных ног.

Изучение пресноводных насекомых следует начать с рассмотрения внешнего строения их тела. На макропрепаратах имаго водных жуков и клопов (жуки плавунец и водолуб, клопы водомерка, водяной скорпион, плавт, гладыш, ронатра, клоп-сигара, гигантский китайский пресноводный клоп) необходимо найти: *голову* с ротовым аппаратом грызущего (у первых) и колюще-сосущего типа (у вторых), усиками (саяжками) и хорошо развитыми фасеточными глазами, также здесь можно различить простые глазки и 2-3 пары щупиков (челюстных и губных придатков); рассмотреть микропрепараты ротовых аппаратов двух типов под микроскопом; *грудь*, состоящую из 3-х сегментов (передне-, средне- и заднегруди), следует определить, какие из них несут парные крылья, и в чем отличие строения первой пары крыльев (надкрыльев) у жуков и клопов; на микропрепарате под микроскопом следует рассмотреть строение грудной ножки (всего их 3 пары; 1-2 последних пары у водных жуков и клопов приспособлены для плавания (уплощены, покрыты длинными волосками)) и крыла насекомого; *брюшко*, сегменты которого слились. Следует изучить приспособления для дыхания атмосферным воздухом у жуков и клопов, их образ жизни, питание. Для понимания различий в развитии водных насекомых

следует рассмотреть особенности внешнего строения, сегментацию, степень развития крыльев, строение ротового аппарата, наличие специализированных личиночных органов на влажных макропрепаратах различных водных личинок насекомых: поденок, стрекоз двух групп, клопов (*насекомых с неполным превращением*), а также личинок и куколок ручейников разных групп, жуков плавунцов и водолюба, сетчатокрылых, комаров (*насекомых с полным превращением*). Необходимо разобраться со значением водных личинок и имаго насекомых в природных процессах, в рыбном и других хозяйствах, обратить внимание на использование насекомых как объектов в целях биологической борьбы с вредителями сельского хозяйства. Личинки двукрылых имеют большое значение в питании рыб, также их обилие является показателем загрязнения водоемов.

Классификация

Тип Arthropoda (членистоногие)

- **Под/тип** Branchiata (**Жабродышащие**)

Надкласс Crustacea (*Ракообразные*)

класс Cladocera (ветвистоусые: дафния)

класс Сoрeрoдa (веслоногие: циклоп)

класс Branchiura (карповые вши)

класс Cirripedia (уконогие: морские желуди, морские уточки)

класс Amphipoda (бокоплав: гаммарус)

класс Decapoda (десятиногие раки: креветки, лангусты, омары, речные раки, раки отшельники, крабы)

- **Под/тип** Chelicerata (**Хелицеровые**)

класс Chirhosura (*Мечехвосты*)

класс Arachnida (*Паукообразные*)

отряд Aranei (пауки)

отряд Acari (клещи)

- **Под/тип** Tracheata (**Трахейные**)

класс Insecta (*Насекомые*)

отряд Ephemeroptera (поденки)

отряд Odonata (стрекозы)

отряд Hemiptera (полужесткокрылые: клопы)

отряд Coleoptera (жесткокрылые: жуки)

отряд Trichoptera (ручейники)

отряд Neuroptera (сетчатокрылые: большекрылки)

отряд Diptera (двукрылые: комары, мухи, москиты)

Выполнить в альбоме *рисунки*: внешнее строение циклопа или дафнии; расчленение тела речного рака и жука-олени; внешнее строение клеща.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Строения покровов у членистоногих.
2. Строения мускулатуры у членистоногих.
3. Общая характеристика ракообразных.
4. Расчленение тела ракообразных на примере речного рака.
5. Внутреннее строение ракообразных.
6. Систематика ракообразных.
7. Общая характеристика насекомых.
8. Расчленение тела насекомых.
9. Представители водных насекомых, их экологическое и практическое значение.
10. Водные личинки насекомых, особенности их строения.
11. Систематика насекомых.
12. Водные хелицеровые, их экологическое и практическое значение.
13. Расчленение тела хелицеровых на примере паукообразных.
14. Расчленение тела хелицеровых на примере мечехвоста.
15. Систематика хелицеровых.

Литература: [1] (253-338), [2] (290-427), [4] (141-536), [6] (277-329), [7] (24-28).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7.

Изучение моллюсков и иглокожих

Цель работы: изучение строения и экологии водных моллюсков (на примере брюхоногих, двустворчатых и головоногих моллюсков) и иглокожих (на примере морских ежей, голотурий, морских звезд, офиур и морских лилий).

По количеству видов тип моллюски (Mollusca) по праву также занимает третье место среди всех животных, уступая лишь насекомым и нематодам. Это билатерально-симметричные животные с элементами асимметрии (у некоторых представителей). Их тело несегментированное и расчленено на туловище, голову и ногу. Это вторичнополостные животные, имеющие мантию, раковину, радулу, сердце, нервную систему разбросанно-узлового типа. Среди них подтип **Боконервные моллюски** (Amphineura, с классом Polyplacophora, хитоны) – морские донные животные, питающимся, в основном, обрастанием. Тело покрыто кутикулой, у большинства с наружным скелетом, состоящим из 8 отдельных пластинок на спинной стороне тела; внутренностный мешок отсутствует; нервная система с двумя парами продольных стволов; голова без глаз и щупалец,статоцистов нет. Представители подтипа **Раковинные моллюски** (Conchifera) характеризуются очень большим разнообразием в строении тела. Его спинная сторона никогда не имеет кутикулы, у большинства моллюсков несет раковину, представляющую собой единое целое. Подтип включает в том числе классы моллюсков Gastropoda (брюхоногие), Bivalvia (двустворчатые), Cephalopoda (головоногие). Как и хитоны, **брюхоногие моллюски** исходно – обитатели жестких грунтов, по которым они передвигаются на видоизмененной вентральной поверхности тела (ноге). Питаются чаще обрастанием, их раковина служит им пассивным органом защиты. Она может быть разной формы и размера, чаще спирально закручена; из нее высовывается тело с уплощенной в виде подошвы ногой. Обычно заметна отличающаяся от тела голова со щупальцами и глазами. В процессе эволюционного развития моллюска происходит разворот его раковины (вместе со внутренностным мешком) и ее наклон влево, что приводит к асимметрии тела и исчезновению органов правой стороны тела (остается один желудочек сердца, одна – почка, жабра, половая железа). Большая их часть –

гермафродиты, есть раздельнополые. У примитивных из яйца выходит личинка, которая называется велигер («парусник»). У многих пресноводных и наземных моллюсков развитие прямое: из яйца выходит маленький сформированный моллюск. Велико значение брюхоногих моллюсков в природе и для человека. Среди брюхоногих моллюсков много съедобных видов и даже объектов промысла, есть искусственно выращиваемые виды. Их добывают также из-за красивого перламутра, вырабатываемого мантией. Есть вредоносные виды: истребители промысловых моллюсков, вредители культурных и диких растений, многие пресноводные и наземные улитки служат промежуточными хозяевами трематод. План организации **двустворчатых моллюсков** сложился под знаком приспособления к зарывающемуся образу жизни и к питанию органической взвесью (или планктонными организмами) из толщи воды и со дна с помощью фильтрации. Для них характерно двустворчатая раковина, отсутствие обособленной головы, упрощенное строение переднего отдела кишечника, слабое развитие органов чувств. Личиночное развитие как у парусника. У некоторых пресноводных форм (семейство Перловиц) имеется подобие живорождения. Эмбриональное развитие протекает в жабрах, покинувшая их личинка глохидия служит факультативным (временным) паразитом рыб. Двустворчатые моллюски различаются строением жабр, пищеварительной системы и раковины. Среди них много объектов промысла из-за их вкусного мяса (мидии, устрицы, гребешки, сердцевидки и т.д.) и перламутра, некоторые виды образуют ювелирный жемчуг; есть искусственно выращиваемые виды; из раковин некоторых моллюсков изготавливают известковую муку для подкорма скота. Есть вредоносные моллюски – древо- и камнеточцы; виды, засоряющие гидросооружения (моллюск дрейссена); некоторые – промежуточные хозяева червей, паразитов рыб и водоплавающих птиц. **Головоногие моллюски** – наиболее высокоорганизованные беспозвоночные (отражается в строении их органов чувств, нервной и кровеносной систем) с двусторонней симметрией. Крупная голова у моллюска обычно отделена от туловища и несет высокоразвитые глаза, венец конечностей, окружающих ротовое отверстие, и воронку (видоизменение ноги). Крупное туловище одето кожно-мускульным мешком (мантией). Основным двигателем служит водометный двигатель (воронка). Для более медленного плавания используются плавники (кальмары, каракатицы, некоторые осьминоги). Бентосные формы (осьминоги) имеют мешковидное тело. У

пелагических головоногих (кальмаров, осьминогов, вампироморф) между рук образуется перепонка — «парашют». Внутри мантии находятся органы мантийного комплекса: жабры (2-4 пары, перистые), отверстия органов пищеварительной, половой и выделительной систем (2-4 почки). Лишь у примитивных четырехжаберных моллюсков (наутилусы) имеется наружная раковина. Остальные — двужаберные головоногие, способные к быстрым и длительным перемещениям, имеют лишь рудименты раковины, выполняющие функцию гидростатического аппарата и (или) внутреннего скелета. Кроме этого у головоногих имеется хрящевая капсула, служащая для защиты головного мозга. Раздельнополые, с половым диморфизмом. Гонады, их протоки непарные; яйца крупные, развитие прямое. Важнейший компонент экосистем океана: короткоживущие хищники и излюбленная пища многих рыб и водных млекопитающих. Многие активно добываются промыслом не только как вкусный и полезный белковый продукт, но и, наутилусы, — ради красивейшего перламутра.

Иглокожие (тип Echinodermata) обладают радиальной, обычно пятилучевой симметрией с наложенной на нее билатеральной симметрией. Это исключительно морские животные. Покровы — двуслойная кожа; скелет внутренний, состоит из известковых пластинок и множественных, часто подвижных иголок, выполняющих различные функции (передвижение, защитную, санитарную, добычу пищи); целомические мешки образуют ряд систем (амбулакральную или водно-сосудистую, кровеносную, перигемальную), имеются развитые пищеварительная и нервная системы. Специальных органов дыхания может не быть. Как правило, раздельнополые с наружным оплодотворением. Развитие со сложным метаморфозом. У представителей разных классов иглокожих есть свои характерные особенности: значительное развитие скелета у морских звезд и морских ежей, расположение скелета в виде "позвонков" в лучах офиур, выраженные признаки билатеральной симметрии у голотурий (как и ежи, имеют некоторое промысловое значение).

Задание: используя сухие и влажные макропрепараты, плакаты со строением тела, фотоматериалы представителей некоторых классов моллюсков (хитоны, брюхоногие, двустворчатые и головоногие), а также иглокожих разных классов (морские звезды, морские ежи, офиуры, голотурии), следует изучить их морфологию,

особенности анатомии, размножения и экологии, выяснить значение в природе, а также практическое значение, в том числе паразитических видов.

Материалы и оборудование

Постоянные влажные макропрепараты моллюсков разных групп: внешнее строение некоторых видов хитонов (*Tonicella*, *Cryptochiton*), морского блюдечка (*Patella*), морского уха (*Haliotis*), кругляка (*Natica*), голожаберного моллюска (*Lamellidoris*), слизня (*Limax*), вскрытой виноградной улитки (*Helix pomatia*), строение ее легкого, кусок древесины с сидящими внутри *Teredo* (корабельный червь); внешнее и внутреннее строение беззубки (*Anodonta*); внешнее строение кальмара (*Loligo*), донного осьминога (*Octopus*); сухие макропрепараты раковин брюхоногих (ядовитые *Conus* и *Murex*, морские блюдечки *Fissurella* и *Patella*, *Strombus*, *Buccinum* (трубач), *Littorina*, *Rapana*, *Cyprea*, *Viviparus* (живородка), *Bithynia*, *Limnea* (прудовик), *Planorbarius* (катушка)) и двустворчатых моллюсков (*Crassostrea* (устрица), *Pecten* и *Chlamis* (гребешки), *Arca*, *Mytilus* (мидия), *Tridacna*, *Unio* и *Margaritana* (перловицы и жемчужницы), *Anodonta* (беззубка), *Dreissena* (зебра), *Sphaerium* (шаровка), *Macoma*, *Mya*, *Cerastoderma* (сердцевидка)), сепионы и гладиусы головоногих моллюсков (каракатиц и кальмаров), ротовой аппарат кальмара («клюв»). Постоянные влажные макропрепараты иглокожих разных групп: внешнее строение морской звезды (*Asterias*, *Solaster*, *Crossaster*, *Ctenodiscus*), морского ежа (*Strongylocentrotus*), голотурии (*Cucumaria*, *Psolus*), офиуры (*Ophiura*, *Ekmania*, *Gorgolosephalus*); постоянные сухие макропрепараты: скелеты морских ежей из групп правильных и неправильных ежей, офиуры, различные типы игл морских ежей, их ротовой аппарат. Увеличительные лупы, моно- и бинокулярные микроскопы; плакаты строения и фотоматериалы моллюсков и иглокожих из разных групп.

Методические указания по выполнению работы

На влажных макропрепаратах хитонов (*Tonicella*) необходимо: рассмотреть строение наружного скелета, состоящего из 8 известковых пластинок, головной отдел со ртом, большую плоскую ногу с мантийной каймой по краю, где в мантийной борозде лежат множественные жабры; обратить внимание, что у *Cryptochiton* раковина закрыта разросшейся мантией. По плакатам и фотоматериалам нужно изучить строение хитонов, обсудить их практическое значение. При использовании сухих и влажных макропрепаратов брюхоногих моллюсков следует обратить

внимание на разнообразие формы их раковины, строение ноги, головы, щупалец и практическое значение, отдельно выделив активные хищные (*Rapana*, *Natica*), в том числе морские ядовитые (*Conus*, *Murex*), распространенные пресноводные (*Viviparus*, *Bithynia*, *Limnea*, *Planorbarius*) и интересные промыслу или разведению формы (некоторые морские блюдечки, *Haliotis*, *Strombus*, *Buccinum*, *Littorina*, *H. pomatia*). На влажных макропрепаратах виноградной улитки (*H. pomatia*), слизня и голожаберного моллюска *Lamellidoris* – изучить их морфологию: найти голову с глазными и губными щупальцами, ротовыми лопастями у рта, ногу, туловище (в раковине у виноградной улитки или покрытое многочисленными кожными выростами – жабрами – у голожаберника), дыхательное отверстие; рассмотреть анатомию *H. pomatia*. На сухом препарате раковины улитки нужно найти ее вершину, завитки, устье, определить, в каком направлении, начиная от вершины, закручена турбоспиральная раковина (правовращающая или левовращающая). По фотоматериалам следует познакомиться с разнообразием брюхоногих моллюсков. При изучении двустворчатых моллюсков, на сухих препаратах раковин беззубки (*Anodonta*) устрицы (*Crassostrea*), гребешков (*Pecten*, *Chlamis*), *Tridacna*, *Arca*, мидии (*Mytilus*), перловицы (*Unio*) и жемчужницы (*Margaritana*), моллюска зебры (*Dreissena*), шаровки (*Sphaerium*), сердцевидки (*Cerastoderma*), *Macoma*, *Mya*, необходимо: изучить строение двустворчатой раковины: найти ее вершину, лигамент, передний (более округлый), и задний (слегка удлиненный) края створок; обратить внимание на наружный органический, тонкий слой раковины (периостракум), придающий ей окраску, увидеть годовые кольца; на створках раковины нужно найти парные (у гребешка – одиночный) отпечатки мускулов-замыкателей. На влажных макропрепаратах беззубки следует найти вводной и выводной сифоны, пластинчатые жабры, ногу, ротовые лопасти, ротовое отверстие, сердце в окологердечной сумке (перикардии), переднюю и заднюю аорту, почки, заднюю кишку, пронизывающую перикардий и сердце и открывающуюся анусом в выводной сифон; во вскрытой ноге – увидеть пищевод, желудок, печень, петлю средней кишки, гонады. Рассмотреть в куске древесины вредоносного моллюска-древоточца – корабельного червя или шашня (*Teredo navalis*): он имеет тело червеобразной формы, достигающее в длину 18 см, на переднем крае – маленькая, приспособленная для сверления древесины двустворчатая раковина; внедряясь, шашень выставляет наружу два длинных сифона.

По фотоматериалам следует познакомиться с разнообразием двустворчатых моллюсков, обсудить их практическое значение. При изучении головоногих моллюсков на влажных макропрепаратах кальмара (*Loligo*) и донного осьминога (*Octopus*) следует найти голову с 8-ю руками (у осьминога) и 2-мя более длинными ловчими щупальцами – у кальмара, и туловище, одетое со всех сторон мантией, у кальмара – с плавниками. Присоски на руках располагаются по всей их длине, а на щупальцах – только на их концах на специально расширенных площадках – булавах; у кальмаров бокаловидные присоски сидят на ножке и несут вооружение (например, зазубренное роговое колечко по краю). У самцов одна из рук видоизменяется для передачи самке при спаривании пакетов со спермой (сперматофоров). По бокам головы сидят сложно устроенные глаза; с нижней ее стороны – воронка (видоизмененная нога), обеспечивающая гидрореактивный способ передвижения. Следует рассмотреть сухие препараты: мощные роговые челюсти кальмара (мандибулы), похожие на клюв попугая; внутренние скелетные пластинки головоногих моллюсков (сепионы каракатиц и гладиусы кальмаров). Пользуясь плакатами строения, необходимо разобраться с расположением двух пар перистых жабр в мантийной полости, мантийно-вороночного замыкательного аппарата из двух пар хрящевых образований; в туловище – массивной печени, гонады, желудка с поджелудочной железой, от которого в направлении воронки идет задняя кишка, чернильный мешок, прилегающий к печени, с протоком, идущим параллельно задней кишке (открываются общим отверстием в воронку), 2 почки, сердце с двумя предсердиями, у самок – 2 придаточные железы, у самцов – комплекс придаточных желез для формирования и накопления сперматофоров. Необходимо уяснить важное практическое значение головоногих моллюсков.

При изучении иглокожих на влажных макропрепаратах обыкновенной морской звезды (*Asterias*) следует найти оральную (с ротовым отверстием) и аборальную стороны; на последней рассмотреть перфорированную мадрепоровую пластинку и известковые скелетные иглопочки, выступающие над покровным эпителием. На оральной стороне от рта радиально отходят ряды амбулакральных ножек в амбулакральных бороздах лучей, на конце которых есть чувствительные щупальца, светочувствительные глазки. У иглокожих скелетные пластинки располагаются парными рядами. При использовании сухих макропрепаратов скелета представителей

правильных и неправильных ежей нужно сравнить их морфологию, рассмотреть различной формы иглы и строение ротового аппарата («аристотелева фонаря»). При рассмотрении влажных макропрепаратов иглокожих (морских звезд Asteriodea: *Solaster*, *Crossaster*, *Ctenodiscus*; офиур Ophiuroidea: *Ophiura*, *Ekmania*, *Gorgolosephalus*; морских ежей Echinoidea: *Echinus*, *Strongylocentrotus*; голотурий Holothuroidea: *Cucumaria*, *Psolus*), а также плакатов анатомии и фотоматериалов, нужно отметить тип симметрии их тела как приспособление к сидячему образу жизни, какие стороны тела наиболее развиты, есть ли специальные органы дыхания, как развит скелет, каковы особенности внутреннего строения, а также познакомиться с биоразнообразием, экологией и практическим значением иглокожих.

Классификация

Тип Mollusca (моллюски)

- Под/тип Amphineura (**Боконервные**)

Класс Loricata (хитоны)

- Под/тип Conchifera (**Раковинные**)

1. Класс Gastropoda (брюхоногие: виноградная улитка *Helix pomatia*)

2. Класс Bivalvia (двустворчатые: беззубка *Anodonta sp.*)

3. Класс Cephalopoda (головоногие: кальмар *Loligo sp.*, осьминог *Octopus sp.*,

каракатица *Sepia sp.*)

Тип Иглокожие - Echinodermata

1. Класс Asteriodea (**Морские звезды**)

2. Класс Ophiuroidea (**Офиуры**)

3. Класс Echinoidea (**Морские ежи**)

4. Класс Holothuroidea (**Голотурии**)

Выполнить в альбоме *рисунки*: строение раковины, внешнее строение виноградной улитки, строение раковины и внутреннее строение тела двустворчатого моллюска, строение каракатицы; внутреннее строение морской звезды, строение скелета морского ежа, внешнее строение голотурии.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Общая характеристика брюхоногих моллюсков.
2. Строение легочных моллюсков на примере виноградной улитки.

3. Общая характеристика двустворчатых моллюсков.
4. Строение двустворчатых моллюсков на примере беззубки.
5. Общая характеристика головоногих моллюсков.
6. Строение головоногих моллюсков на примере каракатицы и осьминога.
7. Систематика моллюсков.
8. Практическое значение моллюсков.
9. Общая характеристика иглокожих.
10. Строение тела морских звезд.
11. Строение тела морских ежей.
12. Строение тела голотурии.
13. Систематика иглокожих.
14. Экология и практическое значение иглокожих.

Литература: [1] (253-338), [2] (442-499, 522-551), [5] (10-226, 285-356), [6] (230-275, 440-455), [7] (31-35).

Список рекомендованной литературы

1. Буруковский, Р.Н. Зоология беспозвоночных: учеб. пособие / Р.Н. Буруковский. – Санкт-Петербург, 2010. - 960 с.
2. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных: учеб. для ун-тов / В.А. Догель. – 8-е изд., стереотипное. – Москва: ООО «Издательский дом Альянс», 2009. – 608 с.
3. Иванов, А.В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Простейшие, губки, кишечнополостные, гребневики, плоские черви, немертинуы, круглые черви: учеб. пособие для биол. спец. ун-тов / А.В. Иванов, Ю.И. Полянский, А.А. Стрелков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. Школа, 1981. – 504 с.
4. Иванов, А.В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Кольчатые черви, членистоногие: учеб. пособие для биол. спец. ун-тов / А.В. Иванов, Ю.И. Полянский, А.А. Стрелков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. Школа, 1983. – 543 с.
5. Иванов, А.В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Сипункулиды, Моллюски, Щупальцевые, Иглокожие: учеб. пособие для биол. спец. ун-тов / А.В. Иванов, Ю.И. Полянский, А.А. Стрелков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. Школа, 1985. – 504 с.
6. Натали, В.Ф. Зоология беспозвоночных: учебник для студ-в биол. фак. пед. ин-тов. / В.Ф. Натали; под ред. проф. О.Н.Сазоновой. - Москва: Просвещение, 1975. - 487 с.
7. Сабилов, Р.М. Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям по зоологии беспозвоночных (семестровый курс). / Р.М. Сабилов, А.И. Голубев. – Казань: ДАС, 1998. - 38 с.
8. Тихомиров, И.А. Малый практикум по зоологии беспозвоночных / И.А. Тихомиров, А.А. Добровольский, А.И. Гранович. – Москва-Санкт-Петербург: КМК, 2005. - Ч. 1. – 304 с.

Учебное издание

Судник Светлана Александровна

БИОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ

Редактор Голубева И.В.

Подписано в печать 23.06. 2014 г. Формат 60x90 1/16. Уч.-изд. л. 3,2. Печ. л. 3,5 .
Тираж 50 экз. Заказ № 56.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Калининградский Государственный Технический университет».
230022, Калининград, Советский проспект, 1