

# **БИОЛОГИЯ**

*Методические указания к лабораторным работам  
для студентов бакалавриата направления 05.03.06*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2020**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра геоэкологии

# БИОЛОГИЯ

*Методические указания к лабораторным работам  
для студентов бакалавриата направления 05.03.06*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2020

УДК 573.4, 573.7 (073)

**БИОЛОГИЯ:** Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Д.С. Петров, А.С. Данилов*. СПб, 2020. 42 с.

Содержат краткое описание лабораторных методов по биологии. Направлены на формирование у студентов навыков изучения живых объектов и биологических препаратов. Материал ориентирован на формирование профессиональных компетенций будущих специалистов в области экологии.

Изложены основные требования, которые предъявляются к студентам при проведении лабораторных работ, к написанию отчетов, выполнению биологических рисунков и схем. Обращается внимание на соблюдение техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Дан полный перечень лабораторных занятий с указанием темы и цели занятия, последовательностью выполнения заданий, а также приведены списки необходимого оборудования и материалов для каждого занятия.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

Научный редактор проф. *М.А. Пашкевич*

Рецензент д-р. техн. наук, проф. *Р.Ф. Витковская* (ФГБОУ ВО СПбГУТД)

© Санкт-Петербургский  
горный университет, 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Целью дисциплины «Биология» является формирование у студентов необходимых основных знаний о происхождении и основных этапах эволюции живых систем, об организации живых организмов и особенностях их строения и физиологии, о биоразнообразии растительного и животного мира планеты, о значении организмов в биогеоценозах и биосфере в целом.

Развитие промышленности, сельского хозяйства, транспорта, рост народонаселения породили серьезные экологические проблемы: загрязнение среды обитания человека, уничтожение лесов, разрушение природных сообществ растительных и животных организмов. Поиск эффективных путей преодоления указанных проблем невозможен без понимания биологических закономерностей внутривидовых и межвидовых отношений организмов, характера взаимодействия организмов, включая человека, и среды их обитания. Значение биологии возрастает с каждым годом, и, несомненно, эта отрасль естествознания станет одной из ведущих в XXI столетии. В противном случае невозможно будет решить насущные проблемы здравоохранения, обеспечения растущего населения Земли продовольствием и охраны окружающей среды.

Курс лабораторных работ построен таким образом, чтобы студент, используя основные теоретические положения и концепции биологии, овладел навыками работы с препаратами животных и растений и мог самостоятельно ознакомиться с особенностями строения и функционирования различных форм жизни.

Помимо методических указаний к лабораторным работам, данное пособие содержит основные правила безопасности при работе в биологической лаборатории, а также рекомендательный библиографический список.

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **Требования безопасности перед началом работы**

1. Внимательно изучить содержание и порядок выполнения работы, а также безопасные приемы ее выполнения.

2. Подготовить к работе рабочее место, убрать посторонние предметы.

3. Проверить исправность оборудования, инструмента, целостность лабораторной посуды.

4. В случае наличия медицинских противопоказаний (аллергии, фобии) к выполнению данной работы – сообщить преподавателю.

### **Требования безопасности во время работы**

5. Точно выполнять указания преподавателя при проведении работы, без его разрешения не выполнять самостоятельно никаких работ.

6. При использовании режущих и колющих инструментов (скальпелей, ножниц, препаровальных игл и др.) брать их только за ручки, не направлять их заостренные части на себя и на своих товарищей, класть их на рабочее место заостренными концами от себя.

7. Соблюдать осторожность при обращении с лабораторной посудой и приборами из стекла, не бросать, не ронять и не ударять их.

8. При изучении препаратов под микроскопом необходимо снимать очки. Не делать резких поворотов головой вблизи тубуса микроскопа, чтобы не повредить глаза, лицо.

9. Изготавливая препараты для рассматривания их под микроскопом, осторожно брать покровное стекло большим и указательным пальцами за края и аккуратно опускать на предметное стекло, чтобы оно свободно легло на препарат.

10. Во избежание отравлений и аллергических реакций не нюхать препараты, не пробовать их на вкус.

### **Требования безопасности в аварийных ситуациях**

11. В случае, если разбилась лабораторная посуда или приборы из стекла, не собирать их осколки незащищенными руками, а использовать для этой цели щетку и совок.

12. При получении травмы сообщить об этом преподавателю, оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости сопроводить пострадавшего в здравпункт и вызвать службы экстренной помощи.

**Требования безопасности по окончании работы**

13. Привести в порядок рабочее место, сдать преподавателю оборудование, приборы, инструменты, препараты.

14. Слить отработанные водные растворы в закрывающийся стеклянный сосуд последующей утилизации.

15. Тщательно вымыть руки с мылом.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Микроскопия. Ознакомление с устройством микроскопа и овладение приемами пользования**

**Цель работы:** овладеть навыками работы с разными типами световых микроскопов.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, комплект постоянных микропрепаратов, предметные и покровные стекла.

### **Общие сведения**

Микроскоп - это оптический прибор, позволяющий получить обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза.

Лучший световой микроскоп примерно в 500 раз улучшает возможности человеческого глаза, т. е. его разрешающая способность составляет около 0,2 мкм или 200 нм.

Разрешающая способность и увеличение не одно и то же. Если с помощью светового микроскопа получить фотографии двух линий, расположенных на расстоянии менее 0,2 мкм, то, при любом увеличении изображения, линии будут сливаться в одну. Можно получить большое увеличение, но не улучшить его разрешение.

Таким образом, различают полезное и бесполезное увеличение. Под полезным понимают такое увеличение наблюдаемого объекта, при котором можно выявить новые детали его строения. Бесполезное - это увеличение, при котором, увеличивая объект в сотни и более раз, нельзя обнаружить новых деталей строения. Например, если изображение, полученное с помощью микроскопа, увеличить во много раз, спроецировав его на экран, то новые, более тонкие детали строения при этом не выявятся, а лишь соответственно увеличатся размеры имеющихся структур.

В учебных лабораториях обычно используют световые микроскопы, на которых микропрепараты рассматриваются с использованием естественного или искусственного света. Наиболее распространены световые биологические микроскопы: БИОЛАМ, МИКМЕД, МБР (микроскоп биологический рабочий), МБИ (микроскоп биологический исследовательский) и МБС (микроскоп биологический стереоскопический). На лабораторных работах используются

современные световые микроскопы БИОМЕД-4. Различные типы световых микроскопов дают увеличение в пределах от 40 до 1600 раз. Стереомикроскоп (МБС) обеспечивает подлинно объемное восприятие микрообъекта и обеспечивает увеличение от 3,5 до 88 раз.

В микроскопе выделяют две системы: оптическую и механическую (рис.1, 2). К оптической системе относят объективы, окуляры и осветительное устройство (конденсор с диафрагмой и светофильтром, зеркало или электроосветитель).



**Рис. 1. Внешний вид микроскопов БИОМЕД-1 и БИОМЕД-2**



**Рис. 2. Бинокулярный микроскоп БИОМЕД-4**

Объектив - одна из важнейших частей микроскопа, поскольку он определяет полезное увеличение объекта. Объектив состоит из



металлического цилиндра с вмонтированными в него линзами, число которых может быть различным. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используют обычно объективы  $\times 8$  и  $\times 40$ . Микроскопы биомед оснащаются объективами  $\times 4$ ,  $\times 10$ ,  $\times 40$ ,  $\times 100$ . Качество объектива определяет его разрешающая способность.

Объектив требует очень бережного обращения, особенно это касается объективов с большим увеличением, т.к. у них рабочее расстояние, т.е. расстояние от покровного стекла до фронтальной линзы, измеряется десятыми долями миллиметра. Например, рабочее расстояние для объектива  $\times 40$  составляет 0,6 мм.

Окуляр устроен намного проще объектива. Он состоит из 2-3 линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Между линзами расположена постоянная диафрагма, определяющая границы поля зрения. Нижняя линза фокусирует изображение объекта, построенное объективом в плоскости диафрагмы, а верхняя служит непосредственно для наблюдения. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами:  $\times 10$ ,  $\times 16$ . Окуляры не выявляют новых деталей строения, и в этом отношении их увеличение бесполезно. Таким образом, окуляр, подобно обычному увеличительному стеклу, дает прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта, построенное объективом.

Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра. Например, если окуляр дает 10-кратное увеличение, а объектив — 20-кратное, то общее увеличение  $10 \times 20 = 200$  раз. Таким образом, общее увеличение микроскопа БИОМЕД-4 составляет от  $10 \times 4 = 40$  до  $16 \times 100 = 1600$ .

Осветительное устройство состоит из зеркала или электроосветителя, конденсора с ирисовой диафрагмой и светофильтром, расположенных под предметным столиком. Они предназначены для освещения объекта пучком света.

Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. В лабораториях с рассеянным светом используют вогнутое зеркало.

Электроосветитель устанавливается под конденсором в гнездо подставки. Конденсор состоит из 2-3 линз, вставленных в металлический цилиндр. При подъеме или опускании его с помощью специального винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект.

Ирисовая диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект, в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива и состоит из тонких металлических или пластиковых пластинок. С помощью рычажка их можно или соединить, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, или развести, увеличивая поток света.

Кольцо с матовым стеклом или светофильтром уменьшает освещенность объекта. Оно расположено под диафрагмой и передвигается в горизонтальной плоскости.

Механическая система микроскопа состоит из подставки, коробки с микрометрическим механизмом и микрометрическим винтом, тубуса, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера, предметного столика.

Подставка - это основание микроскопа.

Коробка с микрометрическим механизмом, построенном на принципе взаимодействующих шестерен, прикреплена к подставке неподвижно. Микрометрический винт служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива на расстояния, измеряемые микрометрами. Полный оборот микрометрического винта передвигает тубусодержатель на 100 мкм, а поворот на одно деление опускает или поднимает тубусодержатель на 2 мкм. Во избежание порчи микрометрического механизма разрешается крутить микрометрический винт в одну сторону не более чем на половину оборота.

Тубус или трубка – цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Тубус подвижно соединен с головкой тубусодержателя, его фиксируют стопорным винтом в определенном положении. Ослабив стопорный винт, тубус можно снять.

Револьвер предназначен для быстрой смены объективов, которые ввинчиваются в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Тубусодержатель несет тубус и револьвер.

Винт грубой наводки используют для значительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик предназначен для расположения на нем препарата. В середине столика имеется круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. На столике имеются две пружинистые клеммы – зажимы, закрепляющие препарат.

Кронштейн конденсора подвижно присоединен к коробке микрометричного механизма. Его можно поднять или опустить при помощи винта, вращающего зубчатое колесо, входящее в пазы рейки с гребенчатой нарезкой.

### **Правила работы с микроскопом**

При работе с микроскопом необходимо соблюдать операции в следующем порядке:

1. Работать с микроскопом следует сидя.
2. Микроскоп осмотреть, вытереть от пыли мягкой салфеткой объективы, окуляр, зеркало или электроосветитель.
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева, на достаточном расстоянии от края стола. Во время работы его не сдвигать.
4. Открыть полностью диафрагму, поднять конденсор в крайнее верхнее положение.
5. Работу с микроскопом всегда начинать с малого увеличения.
6. Опустить объектив в рабочее положение, т.е. на расстояние 1 см от предметного стекла.
7. Установить освещение в поле зрения микроскопа, используя электроосветитель или зеркало. Глядя одним глазом в окуляр и пользуясь зеркалом с вогнутой стороной, направить свет от окна в объектив, а затем максимально и равномерно осветить поле зрения. Если микроскоп снабжен осветителем, то подсоединить микроскоп к

источнику питания, включить лампу и установить необходимую яркость горения.

8. Положить микропрепарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом. Глядя сбоку, опускать объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между нижней линзой объектива и микропрепаратом не станет 4-5 мм.

9. Смотреть одним глазом в окуляр и вращать винт грубой наводки на себя, плавно поднимая объектив до положения, при котором хорошо будет видно изображение объекта. Запрещается одновременно смотреть в окуляр и опускать объектив. Фронтальная линза может раздавить покровное стекло, и на ней появятся царапины.

10. Передвигая препарат рукой, найти нужное место, расположить его в центре поля зрения микроскопа.

11. Если изображение не появилось, то надо повторить все операции пунктов 6-9.

12. Для изучения объекта при большом увеличении, сначала нужно поставить выбранный участок в центр поля зрения микроскопа при малом увеличении. Затем поменять объектив на  $\times 40$ , поворачивая револьвер, так чтобы он занял рабочее положение. При помощи микрометрического винта добиться хорошего изображения объекта. На коробке микрометрического механизма имеются две риски, а на микрометрическом винте - точка, которая должна все время находиться между рисками. Если она выходит за их пределы, ее необходимо вернуть в нормальное положение. При несоблюдении этого правила, микрометрический винт может перестать действовать.

13. По окончании работы с большим увеличением, установить малое увеличение, поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, накрыть его защитным чехлом.

### **Техника приготовления временного препарата**

Возьмите предметное стекло из контейнера, держа его за боковые грани. Поместите в центр стекла объект.

Нанесите пипеткой 1-2 капли воды на объект.

Возьмите покровное стекло за боковые грани и положите его боковой гранью на каплю воды, затем медленно опустите на нее

стекло. Между стеклами не должно быть пузырьков воздуха, нельзя покровное стекло кидать на каплю сверху, его нужно как бы вдвинуть в каплю сбоку. Излишки воды убираются фильтровальной бумагой. Приготовленный микропрепарат поместите на предметный столик и рассмотрите сначала при малом, затем при большом увеличении. В том случае, если микропрепарат сделан неаккуратно, между стеклами есть пузырьки воздуха, следует повторить действия.

### Порядок выполнения работы

**Задание 1.** Используя микроскопы, таблицы и практикум, изучить устройство световых микроскопов. Запомнить названия и назначение их частей.

**Задание 2.** При малом и большом увеличениях микроскопа научиться быстро находить объекты на постоянных микропрепаратах.

**Задание 3.** В отчете укажите названия элементов светового микроскопа, соответствующие цифрам на рисунках:

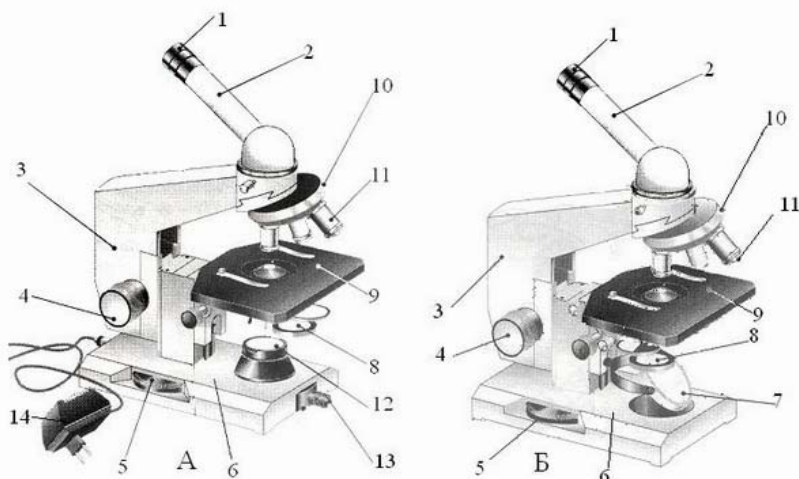


Рис. 3. Контрольное задание к лабораторной работе №1

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Строение одноклеточных организмов. Сравнение эвглени зеленой и инфузории-туфельки

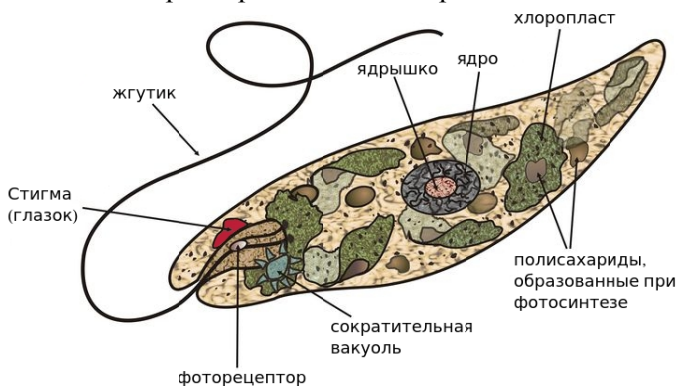
**Цель работы:** изучение строения и функций эукариотической клетки.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, комплект постоянных микропрепаратов «Эвглена зеленая» и «Инфузория-туфелька».

### Общие сведения

*Эвглена* – представитель типа жгутиковых, является одноклеточным животным (тип простейшие), обитает в водной среде.

Эвглени имеют микроскопические размеры (рисунок 4). Передний конец у нее более круглый, задний – заострен. Форма тела сохраняется благодаря наличию плотной оболочки. На переднем конце клетки имеется тонкий длинный нитевидный жгутик. Это орган движения. Эвглена совершает жгутиком вращательные движения, с помощью которых продвигается вперед.



**Рис. 4. Строение эвглени зеленой**

При большом увеличении в клетке выявляется округлое ядро. Оно расположено ближе к заднему заостренному концу клетки. Ядро – это структура, в которой находится вся наследственная информация, передающаяся потомкам.

Если эвглена развивалась на свету, то в ее цитоплазме можно увидеть около 20 овальных органелл – хлоропластов. Такие же органеллы присутствуют и в клетках растений. В хлоропластах происхо-

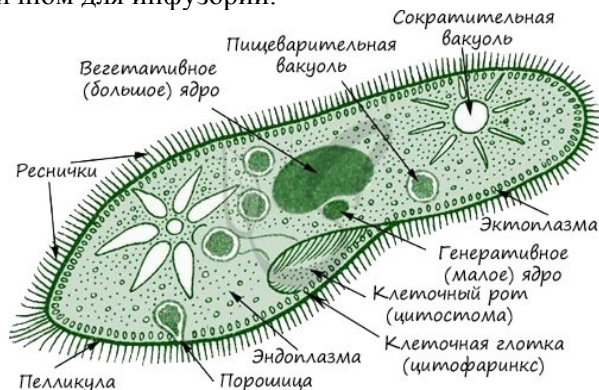
дит процесс фотосинтеза. Хлоропласты обеспечивают синтез всех органических веществ, которые необходимы для жизни эвглены.

Если эвглена развивалась в темноте, то хлоропластов нет. В этом случае эвглена питается как обычное животное, усваивая растворенные органические вещества из окружающей среды.

В передней части клетки, ближе к жгутику, различима сократительная вакуоль. Она необходима для удаления избытка воды, поступающей в клетку, т.к. эвглена живет в водной среде. Кроме того, сократительная вакуоль выполняет функцию выделения продуктов распада.

В самой верхней части переднего конца эвглены находится небольшая плотная структура – глазок. Это светочувствительный органоид, который помогает эвглене находить самые освещенные части водоема

*Инфузория-туфелька (парамеция)* - наиболее типичный широко распространенный представитель типа ресничных. Она обитает в стоячей воде, а также в пресноводных водоемах с очень слабым течением, содержащих разлагающийся органический материал. Рисунок 5 дает представление о довольно сложном строении этих организмов, типичном для инфузории.



**Рис. 5. Строение инфузории-туфельки**

Сложность строения клетки у парамеции объясняется тем обстоятельством, что ей приходится выполнять все функции, присущие целому организму, а именно питание, осморегуляцию и передвижение. Тело парамеции имеет характерную форму: передний ко-

нец у нее тупой, а задний несколько заострен. Реснички инфузории туфельки расположены парами по всей поверхности клетки. Располагаясь продольными диагональными рядами, они, совершая биения, заставляют инфузорию вращаться и продвигаться вперед. Между ресничками находятся отверстия, ведущие в особые камеры, называемые трихоцистами. Из этих камер под влиянием определенных раздражителей могут выстреливать тонкие остроконечные нити, используемые, вероятно, для удержания добычи. Под пелликулой инфузории туфельки располагается эктоплазма – прозрачный слой плотной цитоплазмы консистенции геля. В эктоплазме находятся базальные тельца (идентичные центриолям), от которых отходят реснички, а между базальными тельцами имеется сеть тонких фибрилл, участвующих, по-видимому, в координировании биения ресничек.

Основная масса цитоплазмы инфузории туфельки представлена эндоплазмой, имеющей более жидкую консистенцию, чем эктоплазма. Именно в эндоплазме расположено большинство оргanelл. На вентральной (нижней) поверхности туфельки ближе к ее переднему концу находится околоротовая воронка, на дне которой находится рот, или цитостом. Рот инфузории туфельки ведет в короткий канал – цитофаринкс, или глотку. Как околоротовая воронка, так и глотка могут быть выстланы ресничками, движения которых направляют к цитостому поток воды, несущей с собой различные пищевые частицы, такие, например, как бактерии. Вокруг попавших в цитоплазму путем эндоцитоза пищевых частиц образуется пищевая вакуоль. Эти вакуоли перемещаются по эндоплазме к так называемой порошице, через которую непереваренные остатки путем экзоцитоза выводятся наружу. В цитоплазме инфузории-туфельки имеются также две сократительные вакуоли, местоположение которых в клетке строго фиксировано. Эти вакуоли отвечают за осморегуляцию, т.е. поддерживают в клетке определенный водный потенциал. Жизнь в пресной воде осложняется тем, что в клетку постоянно поступает вода в результате осмоса; эта вода должна непрерывно выводиться из клетки, чтобы предотвратить ее разрыв. Происходит это с помощью процесса активного транспорта, требующего затраты энергии. Вокруг каждой сократительной вакуоли инфузории ту-



фельки расположен ряд расходящихся каналов, собирающих воду, перед тем как высвободить ее в центральную вакуоль. В клетке парамеции инфузории туфельки находятся два ядра. Большее из них – макронуклеус – полиплоидное; оно имеет более двух наборов хромосом и контролирует метаболические процессы, не связанные с размножением. Микронуклеус – диплоидное ядро. Оно контролирует размножение и образование макронуклеусов при делении ядра. Парамеция может размножаться как бесполом путем (поперечным делением надвое), так и половым (путем конъюгации).

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Изучить препараты при малом и большом увеличении. Зарисовать в тетради. Отметить передний и задний конец тела, ядро, цитоплазму, оболочку, жгутик, глазок, сократительную вакуоль, хлоропласты, цитостом, реснички, макро- и микронуклеус и другие органоиды.

**Задание 2.** Письменно в отчете ответить на вопросы:

1. Что объединяет эвглену с миром растений?
2. Какие черты жизнедеятельности эвглены позволяют отнести ее к животному миру?
3. Что объединяет инфузорию с миром животных?
4. Перечислить схожие и отличные черты строения, питания и размножения организмов.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Водоросли. Изучение и определение отделов на живом образце

**Цель работы:** ознакомиться с разнообразием царства Водоросли, научиться работать с определителем, изучить строение фотосинтезирующих организмов.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, комплект постоянных микропрепаратов, предметные и покровные стекла, вода, образцы перифитона из аквариумов, определители.

#### **Общие сведения**

Водоросли (лат. *Algae*) — полифилетическая экологическая группа преимущественно фотоавтотрофных одноклеточных, колониальных или многоклеточных организмов, обитающих, как правило, в водной среде, в систематическом отношении представляющая собой самостоятельное царство или подцарство в царстве Растения. Наука о водорослях называется альгологией.

Насчитывается около 30-40 тысяч видов водорослей, обитающих в водной, почвенной и наземно-воздушной среде. Размеры колеблются от 1 мкм до 30-60 м. Форма тела весьма разнообразна, одноклеточные могут иметь непостоянную амебоидную форму клетки, продолговато-овальную с одним или двумя жгутиками, коккоидную без органоидов передвижения. Многоклеточные формы представлены, в основном, нитчатыми формами, однако в результате деления нитей в разных плоскостях образуется и пластинчатая форма. У ряда водорослей слоевища расчленены и напоминают побег с ветками и отходящими книзу ризоидами, служащими для прикрепления к грунту.

Важными общими признаками группы являются:

- наличие фотосинтезирующего пигмента в особых органоидах – хроматофорах, и фотоавтотрофный тип питания;
- клеточная стенка, структурным компонентом которой, как правило, является целлюлоза;
- простота строения, которая у многоклеточных форм выражается в отсутствии чёткой дифференцировки тела (называемого слоевищем, или талломом) на органы; отсутствии ярко выраженной проводящей системы;

- обитание в водной среде или во влажных условиях (в почве, сырых местах и т. п.).

Царство *Algae* разделяется на несколько отделов.

Отделы, представленные, в основном, одноклеточными формами: Динофлагелляты (жгутиковые), Золотистые, Желто-зеленые, Диатомовые, Эвгленовые. Отделы, представленные, в том числе, многоклеточными формами: Бурые, Красные, Зеленые, Харовые.

В образцах перифитона также часто встречаются представители цианобактерий, которые напоминают водоросли наличием пигмента, отвечающего за фотосинтез, но являются прокариотическими организмами.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Используя комплекты готовых микропрепаратов, изучить и зарисовать представителей одноклеточных (хлорелла), нитчатых (спирогира) и колониальных (вольвокс) водорослей. Обозначить на рисунках различимые органоиды и особенности строения клеток.

**Задание 2.** Используя микроскопы, предметные и покровные стекла, и живые образцы перифитона, найти и зарисовать не менее 3-х видов водорослей. Желательно, чтобы найденные образцы относились к разным отделам. Используя таблицы и определители, определить систематическую принадлежность найденного образца до наименьшего определяемого таксона.

**Задание 3.** Используя литературу и интернет-ресурсы, описать строение и образ жизни всех изученных образцов.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Лишайники. Определение вида лишайника. Изучение структуры таллома на живом образце и микропрепарате**

**Цель работы:** изучение морфологии, анатомических особенностей и экологии лишайников.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, комплект постоянных микропрепаратов «Лишайники», образцы талломов лишайников из разных районов Санкт-Петербурга и пригородов.

### **Общие сведения**

Лишайники представляют собой симбиотические (по другой гипотезе – паразитические) ассоциации грибов (микобионт) и микроскопических зелёных водорослей и/или цианобактерий (фотобионт или фикобионт). Микобионт образует слоевище (таллом), внутри которого располагаются клетки фотобионта. Группа насчитывает более 26000 видов. Традиционная систематика лишайников во многом условна и отражает, скорее, особенности их строения и образа жизни, чем родственные отношения внутри группы, тем более что основывается она только на микобионте, а фотобионт сохраняет свою таксономическую самостоятельность. Классифицируют лишайники по-разному, но в настоящее время рассматривают их как экологическую группу, уже не придавая им статуса таксона, поскольку независимость происхождения разных групп лишайников не вызывает сомнений, а группы, входящие в состав лишайников, помещают туда же, что и родственные микобионту грибы, не образующие лишайников. Для обозначения лишайников используют бинаминальную номенклатуру, названия соответствуют названию микобионта.

Являясь яркими представителями группы стресс-толерантов с точки зрения жизненной стратегии, лишайники обычно заселяют местообитания, непригодные для жизни других фотобионтов. Двойственность лишайников позволяет им обходиться минимумом ресурсов внешней среды. Роли отдельных видов в ассоциации лишайника можно обобщить следующим образом: водоросль снабжает гриб органическими веществами (продуктами фотосинтеза), а гриб обеспечивает водоросль водой и минеральными солями.

Слоевище лишайников имеет разные формы, размеры и окраску. Сверху слоевище покрыто слоем клеток, защищающих слоевище и укрепляющих его. Органами прикрепления лишайников являются ризоиды и ризины (соединенные в тяжи ризоиды).

По анатомическому строению лишайники делятся на гомеомерные (водоросль разбросана по всему телу лишайника) и гетеромерные (водоросли образуют в слоевище обособленный слой в верхней части таллома).

По форме слоевища лишайники бывают накипные, листоватые и кустистые (рис.6). Слоевище накипных лишайников имеет вид корочки, плотно сросшейся с субстратом (иногда в виде порошка). Листоватые лишайники имеют вид пластинки, горизонтально расположенной на субстрате, прикрепляясь к нему выростами гиф. Они могут быть цельными и рассеченными. Слоевище кустовых лишайников имеет вид кустика или стоячих неразветвленных столбиков.



**Рис. 6. Морфологические группы лишайников:**  
а) накипные; б) листоватые; в) кустистые.

Лишайники поглощают воду всей поверхностью тела, используя для этого атмосферные осадки и, отчасти, водяные пары. Углекислый газ усваивается ими непосредственно из атмосферы, а питательные вещества поступают через покровы в виде растворов. Большинство лишайников спокойно переносят полное высыхание. На это время дыхание и фотосинтез у них прекращаются. Накопление органических веществ в теле происходит очень медленно, чем объясняется их незначительный ежегодный прирост. Характерной особенностью лишайников является образование особых органических соединений – лишайниковых кислот. Предполагается, что откладываясь на оболочках грибных гиф, они делают их не смачиваемыми водой, в результате чего создается внутренняя атмосфе-

ра, необходимая для развития гриба. Лишайниковые кислоты видоспецифичны, что позволяет использовать их в качестве систематического признака. Установлено, что они обладают антибиотическим действием, из-за чего некоторые из них используются в медицине.

Лишайники способны размножаться вегетативно, а также бесполом и половым путем. Чаще всего наблюдается вегетативное размножение, основанное на способности слоевища лишайника к регенерации. Кроме этого, лишайники образуют особые органы вегетативного размножения: соредии, изидии и лобулы. Соредии представляют собой очень мелкие образования, содержащие одну или несколько клеток водоросли, оплетенных гифами гриба. Изидии – палочковидные выросты на верхней поверхности слоевища, состоящие из клеток водоросли и гриба. Лобулы имеют вид мелких, вертикальных чешуек, расположенных на поверхности слоевища и по его краям. Спорное размножение присуще только грибу. При этом образуются разнообразные по размерам и форме споры. В том случае, когда лишайник образован аскомицетом, его половой процесс практически идентичен таковому у свободноживущих сумчатых грибов.

В силу особенностей физиологии и образа жизни, лишайники являются идеальным индикатором загрязнения атмосферы, особенно сернистым газом. При этом, поскольку интенсивность воздействия на лишайник зависит от площади его контакта со средой обитания, наиболее чувствительными оказываются кустистые формы, а наиболее устойчивыми к загрязнению – накипные.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Изучить и зарисовать строение лишайника с помощью микроскопа и готового микропрепарата «Срез лишайника». Отметить гифы гриба и клетки водоросли.

**Задание 2.** Рассмотреть образцы таллома лишайников из разных районов города. Определить принадлежность лишайников к основным морфологическим группам. Попытаться определить вид лишайника, используя определительные таблицы и интернет-ресурсы.

**Задание 3.** Используя литературу и интернет-ресурсы, описать строение и образ жизни осмотренных лишайников.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Тип Кишечнополостные. Изучение пресноводной гидры

**Цель работы:** изучение раздела Лучистые на примере препарата пресноводной гидры. Изучение строения, онтогенеза и экологии Кишечнополостных.

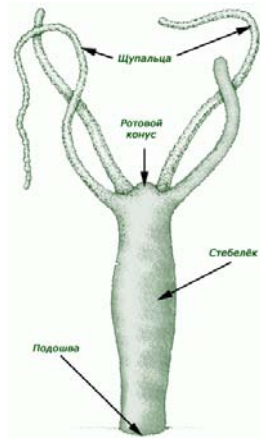
**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, комплект постоянных микропрепаратов «Зоология».

### **Общие сведения**

Лучистые характеризуются следующими основными особенностями организации: лучевой симметрией, двуслойностью строения, наличием кишечной (гастральной) полости и нервной системы диффузного типа. Лучистая (радиальная) симметрия формирует сходные пространственные возможности в захвате пищи и обороне от врагов, и характерна, как правило, малоподвижным и неподвижным формам жизни. В процессе онтогенеза тело Лучистых формируется из двух зародышевых листков: эктодермы и энтодермы. Эктодерма образует покровные ткани, а энтодерма выстилает кишечную полость. Систематически раздел делится на два типа: Кишечнополостные и Гребневики.

Тип Кишечнополостные, представителем которого является гидра пресноводная, включает в себя три класса: Гидроидные, Сцифоидные, Коралловые полипы. Гидра относится к первому из перечисленных. В классе Гидроидных насчитывается около 4 тысяч видов низших представителей кишечнополостных.

На продольном срезе тело гидры имеет форму удлинённого мешочка. Передний конец, на котором находится рот, более широкий. Щупальца не всегда попадают в плоскость препарата при приготовлении среза. Противоположный конец тела вытянут в виде стебелька. Стебелек образует подошву, с помощью которой гидра прикрепляется к различным предметам. Внутри тела гидры имеется кишечная полость. Внешний вид пресноводной гидры представлен на рисунке 7.



**Рис. 7. Внешний вид гидры пресноводной (*Hydra vulgaris*)**

Тело гидр двуслойное. Между экто- и энтодермой находится базальная мембрана, или мезоглея.

Основу эктодермы составляют эпителиально-мышечные клетки, выполняющие покровные и сократительные функции. В основании каждой клетки имеется сократительный аппарат – мышечное волокно, играющее важную роль при движении гидры. В промежутках между эпителиально-мышечными клетками располагаются мелкие недифференцированные – интерстициальные клетки. Из них могут формироваться любые другие клетки эктодермы, в том числе и половые. В наружном слое расположены также нервные клетки с отростками. Нервные клетки контактируют между собой и кожно-мышечным мешком, образуя сеть. Такая нервная система называется диффузной и является самой примитивной среди многоклеточных. Наличие нервной сети способствует координации движения гидры при сокращении и перемещении. Для гидроидов характерно наличие особой группы клеток, называемых стрекательными. Такие клетки служат для защиты и нападения. Стрекательные клетки могут быть нескольких типов: пенетраты, вольвенты, глютинаты.

Во внутреннем слое клетки удлиненные, столбчатые. Главная их функция – переваривание пищи. Они выделяют в кишечную полость пищеварительный сок, под действием которого пища в значительной мере переваривается. Это начальный этап пищеварения, он происходит в кишечной полости. Окончательное пищеварение



происходит внутри клеток, выстилающих кишечную полость. Эти длинные столбчатые клетки на своей поверхности образуют выросты цитоплазмы (псевдоподии, или ложноножки), с помощью которых они захватывают мельчайшие непереваренные кусочки пищи. Переваривание этого материала происходит внутри клеток в пищеварительных вакуолях. В основании столбчатых клеток имеются сократительные мускульные волокна, которые играют важную роль при сокращении и перемещении гидры. На срезе видно, что некоторые клетки внутреннего слоя имеют жгутики. Их движение способствует перемешиванию частичек пищи. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через рот.

Размножение гидры происходит бесполом и половым путем. Бесполое размножение происходит почкованием. Половое размножение обычно перекрестное. В эктодерме образуются и мужские, и женские половые клетки. Сперматозоиды через разрывы ткани выходят в воду и проникают в яйцеклетку другой особи. Образующаяся эмбриотека может переносить промерзание и пересыхание водоема. При благоприятных условиях в эмбриотеке развивается молодая гидра, которая выходит через разрывы в оболочке.

Под малым увеличением хорошо видно 2 слоя клеток, общие черты их строения. Чтобы рассмотреть детали строения необходимо использовать большее увеличение.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Изучить и зарисовать продольный срез гидры. Отметить: рот, кишечную полость, стебелек, наружный слой клеток, внутренний слой клеток.

**Задание 2.** Развернуто ответить на вопросы:

1. Какую роль играет рот в жизнедеятельности гидры?
2. Каково значение наружного слоя клеток?
3. В чем особенность пищеварения гидры?
4. Какие клеточные структуры обеспечивают способность гидры к сокращению и перемещению?

**Задание 3.** Используя литературу и интернет-ресурсы, описать общность и отличия различных классов типа Кишечнополостные.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Типы Плоские, Круглые и Кольчатые черви

**Цель работы:** изучение морфологии и внутреннего строения низших и высших червей.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, комплект постоянных микропрепаратов «Зоология»: микропрепараты «Членик ленточного червя» и «Поперечный срез дождевого червя». Образцы перифитона с внутренней стороны стенки аквариума, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцет.

### **Общие сведения**

В данной лабораторной работе необходимо изучить особенности строения и образа жизни червеобразных (в привычном понимании этого слова) организмов, которые представляют три крупных типа из царства Животные: Плоские черви (*Plathelminthes*), Круглые черви (*Nematoda*) и Кольчатые черви (*Annelida*). Поскольку в рамках данного пособия подробно рассмотреть особенности столь крупных таксономических групп невозможно, ниже рассмотрены лишь общие черты, свойственные изучаемым организмам.

**Ленточные черви (*Cestoda*)** – это один из наиболее многочисленных классов типа Плоские черви. Являются эндопаразитическими животными, развивающимися со сменой хозяев. Взрослые паразиты обитают в кишечнике окончательного хозяина, а их личиночные фазы развиваются в тканях внутренних органов промежуточных хозяев. Внешне цестоды хорошо отличаются от других плоских червей. Обычно их тело состоит из головки, шейки и длинной ленты, составленной из члеников. Паразитический образ жизни в условиях, где в изобилии имеется переваренная пища, привел к упрощению их организации. Строение кожно-мускульного мешка сходно с таковым у трематод и моногеней. В паренхиме содержится много гликогена, расходуемого при анаэробном дыхании. Нервная система – ортогон. В сколексе имеется парный ганглий, от которого отходит несколько пар нервных тяжей. Выделительная система представлена протонефридиями. Имеются два боковых выделительных канала, в которые впадают тонкие каналы от клеток с мерцательным эпителием. Пищеварительная система и органы чувств редуцированы в связи с паразитическим образом жизни. С другой сто-

роны, у ленточных червей сильно развита половая система, метаморфно повторяющаяся в члениках. Главные структуры, которые входят в состав каждого членика – яичник с маткой и множество семенников. Цестоды – гермафродиты, они оплодотворяют сами себя. По мере созревания членика матка, заполненная яйцами, увеличивается в объеме и заполняет весь членик. Зрелые членики имеются только на самом конце ленточного червя. Они отрываются и с калом выходят наружу. За сутки из зараженного человека выносятся около 5 миллионов яиц.

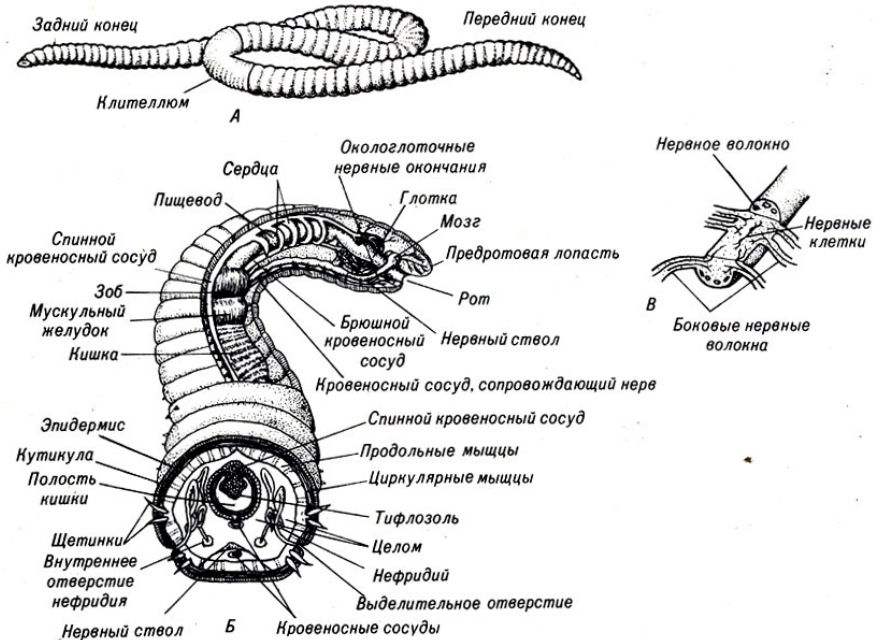
Выявление члеников в составе кала имеет диагностическое значение в медицинской практике. Это говорит о зараженности человека ленточным червем.

Дождевой или европейский земляной червь является типичным представителем класса Малощетинковые типа *Кольчатые черви*. Семейство дождевых червей включает около 200 видов, большинство из которых обитает в почве.

Снаружи тело червя покрыто защитным слоем клеток эпителия, часто с большим количеством железистых клеток. Обильное выделение слизи защищает кожу дождевых червей от механических повреждений и высыхания. Под покровной тканью, плотно примыкая к ней, расположена многослойная мышечная ткань, обеспечивающая сокращение тела в длину и в диаметре, благодаря чему происходит движение червя. В мышечном слое мышцы ориентированы в двух направлениях. Непосредственно к покрову примыкают мышцы, расположенные по кольцу. Их сокращение уменьшает диаметр тела червя. К кольцевым мышцам примыкают продольные мышцы, их сокращение вызывает уменьшение длины тела червя. Покровная ткань и мышечная объединяются вместе и образуют кожно-мускульный мешок, выстланный изнутри целомическим эпителием.

Кишечник проходит по всей длине тела. В переднем отделе обособлены ротовая полость, мускулистая глотка, относительно узкий пищевод, зоб и желудок. В стенках пищевода имеются известковые железы, нейтрализующие гуминовые кислоты в пище. Из желудка пища поступает в среднюю кишку, где происходит всасывание питательных веществ. Непереваренные остатки пищи и минеральные частицы почвы поступают в короткую заднюю кишку и че-

рез анальное отверстие удаляются наружу. В средней кишке дорсально расположена внутренняя продольная складка – тифлозоль, увеличивающая всасывающую поверхность кишечника и хорошо заметная на препарате поперечного среза (рисунок 8).

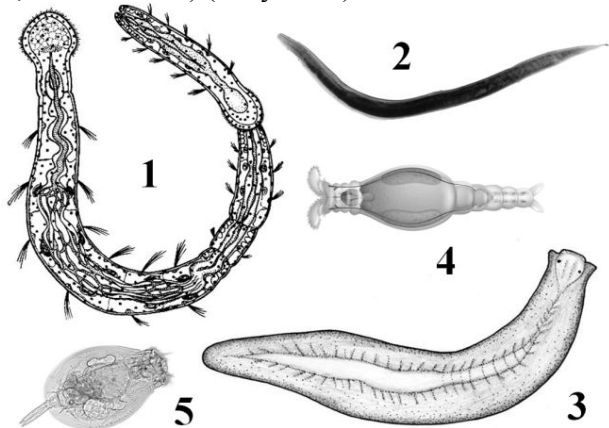


**Рис. 8. Строение дождевого червя (А – внешний вид, Б - внутреннее строение, В – строение нервной цепочки)**

Кровеносная система олигохет замкнутого типа. Имеются брюшной и спинной пульсирующие сосуды, которые связаны кольцевыми сосудами. В крови присутствует гемоглобин, растворенный в плазме. Выделительная система представлена метанефридиями, способными экономить влагу путем реабсорбции воды. Нервная система представлена парой надглоточных ганглиев и брюшной нервной цепочкой. Половая система гермафродитная. Половые железы сосредоточены в передних сегментах тела (9-15-е сегменты). Развитие обычно протекает без метаморфоза.

В образцах перифитона с внутренней стенки аквариума можно встретить микроскопических представителей Плоских, Круг-

лых и Кольчатых червей. Наиболее вероятно нахождение таких животных как планарии (класс *Turbellaria*, тип *Plathelminthes*), свободноживущие нематоды и коловратки (класс *Nematoda* и класс *Rotatoria*, тип *Nemathelminthes*), а также аэросомы (класс *Oligochaeta*, тип *Annelida*) (Рисунок 9).



**Рис. 9.** Часто встречающиеся представители трех типов червей в пробах перифитона (1 – аэросома, 2 - нематода, 3 – планария, 4-5 - разновидности коловраток)

### Порядок выполнения работы

**Задание 1.** Изучить членик ленточного червя под микроскопом и зарисовать его. Ответить на вопросы:

1. Как организован членик?
2. В чем значение членика для ленточного червя?
3. О чем говорит обнаружение членика ленточного червя в анализе кала человека?
4. Опишите связь простоты внутреннего строения червя с его образом жизни.

**Задание 2.** Зарисовать поперечный срез дождевого червя. Отметить спинную и брюшную стороны, покровную ткань, кожно-мускульный мешок, кишечник, кровеносные сосуды: спинной и брюшной, а также нервную цепочку, полость тела, клетки, выстилающие ее, трубочки выделительной системы. Ответить на вопросы:

1. Как определить на поперечном срезе спинную и брюшную стороны дождевого червя?

2. В чем значение полости тела дождевого червя?
3. На какой стороне тела расположена нервная цепочка?
4. Что такое кожно-мускульный мешок? В чем его значение?
5. Опишите признаки усложнения кольчатых червей по сравнению с круглыми и плоскими на примере дождевого червя.

**Задание 3.** Используя покровные и предметные стекла приготовить образец перифитона и постараться найти и определить микроскопических представителей червей.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. Тип членистоногие

**Цель работы:** изучение черт организации членистоногих, отличия водных и сухопутных форм членистоногих. Узнать особенности постэмбрионального развития ракообразных и насекомых. Понять происхождение метаморфоза и его биологическое значение.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, микропрепараты «Циклоп», «Дафния», «Куколка дрозофилы», «Личинка дрозофилы», «Имаго дрозофилы».

### Общие сведения

К типу членистоногих относятся сегментированные животные с плотным хитиновым покровом и членистыми конечностями. Это самая процветающая группа животных на Земле, отличающаяся большим видовым разнообразием и высокой численностью. В настоящее время известно более 1 млн. видов членистоногих, что в несколько раз превышает число видов всех остальных типов животных.

Прогрессивное строение представителей типа Членистоногие обеспечило им широкое освоение экологических ниш во всех средах обитания. К числу общих особенностей можно отнести следующие:

- хитиновая кутикула, обладающая эластичностью и прочностью;
- гетерономная сегментация тела;
- членистые конечности, выполняющие множество функций, кроме локомоторной;
- поперечнополосатая мышечная ткань;
- полость тела, заполненная гемолимфой;
- незамкнутая кровеносная система;
- функционально прогрессивная нервная система и развитая система органов чувств;
- развитие обычно происходит с метаморфозом.

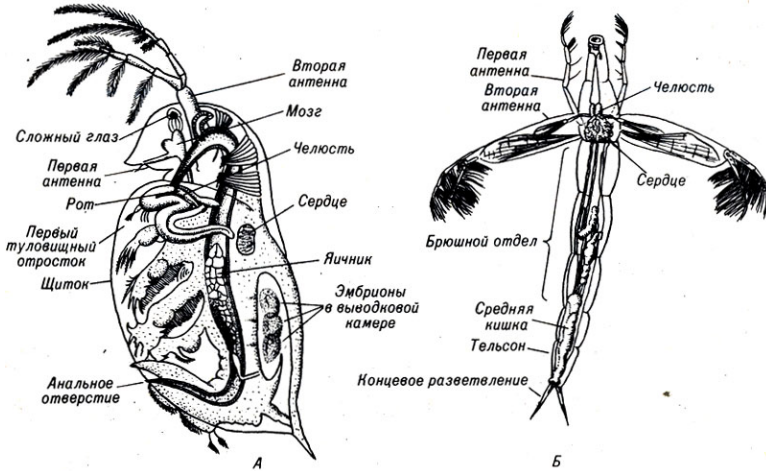
Тип Членистоногие обычно подразделяют на четыре подтипа: Трилобитообразные, Жабродышащие, Хелицеровые, Трахейные.

Изучить все таксономическое и экологическое разнообразие членистоногих в рамках одной лабораторной работы невозможно, поэтому в качестве образцов рассматриваются лишь три вида, при-

надлежащих к двум многочисленным классам: Ракообразные и Насекомые открыточелюстные.

**Ракообразные (Crustacea)** – многочисленная и разнообразная группа в основном водных членистоногих, к которой относится около 40 тысяч современных видов. В лабораторной работе будут изучены представители планктонных обитателей пресноводных экосистем из отрядов Листоногие (*Phyllopoda*) и Веслоногие (*Copepoda*).

Микропрепарат «Дафния» обычно содержит одного-двух представителей видов *Daphnia pulex* или *Daphnia magna* (рис.10).



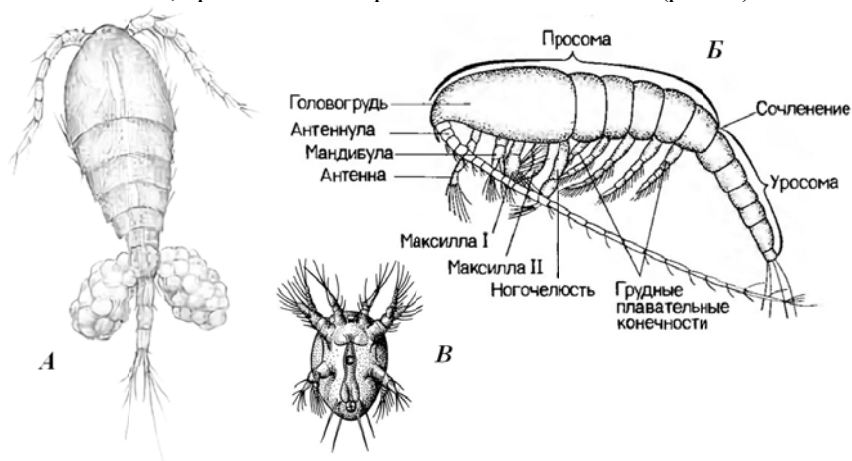
**Рис. 10.** Внешний вид дафнии (А – вид сбоку, Б – вид сверху)

Известно около 400 видов подотряда Ветвистоусые, обитающих в морях и пресных водах. Это мелкие рачки с карапаксом, напоминающим по форме двустворчатую раковину. На голове имеется один фасеточный глаз, образовавшийся путем слияния парных глаз, и один слабо развитый науплиусов глазок. Антеннулы рудиментарны, зато антенны очень крупные, двуветвистые и служат для движения. Взмахи антенн определяют скачкообразные движения ветвистоусых, поэтому их нередко называют водяными блохами. Грудной отдел несет 4-6 пар ног. Грудные ножки выполняют функцию фильтрационного аппарата. На них имеются ряды щетинок, с помощью которых из воды выцеживаются мелкие организмы и органические частицы. На грудных ножках имеются жаберные придатки, но в основном дыхание кожное. Брюшной отдел укороченный, нерасчлененный, с коготкообразной вилочкой. Под карапаксом на спине у ветви-



стоусых имеется выводковая камера, куда откладываются яйца. Жизненный цикл дафний весьма интересен, поскольку представляет собой гетерогению, т.е. чередование поколений с партеногенетическим и половым размножением.

Микропрепарат «Циклоп» содержит одного-двух представителей рода *Cyclops*. Эти планктонные рачки – типичные обитатели мелких пресноводных объектов. Среди них встречаются фильтраторы, растительноядные виды и хищники. Тело циклопа делится на головогрудь, грудь из пяти сегментов, брюшко из четырех сегментов и тельсон (рис. 11).



**Рис. 11. Внешний вид циклопа**

(А – вид сверху, Б – вид сбоку, В –науплиус циклопа)

На головогрудь имеется один науплиусов глаз и шесть пар конечностей: длинные антеннулы служат для плавания и выполняют чувствующую функцию; вторые антенны короткие двуветвистые; мандибулы крупные с двуветвистым щупиком; две пары максилл выполняют функцию фильтрации, а пара ногочелюстей служит для захвата пищи. Все грудные ножки двуветвистые плавательные; их движение подобно веслам – отсюда и название отряда. Вилочка на конце брюшка с длинными щетинками и перистыми отростками, обеспечивающими парение в воде. Дыхание всей поверхностью тела. Размножение половое. Развитие происходит с метаморфозом. Из яиц выходят личинки науплиусы, которые после двух линек превращаются в метанауплиусов. Кроме того, у веслоногих имеется еще одна дополнительная – копеподная личинка, которая после

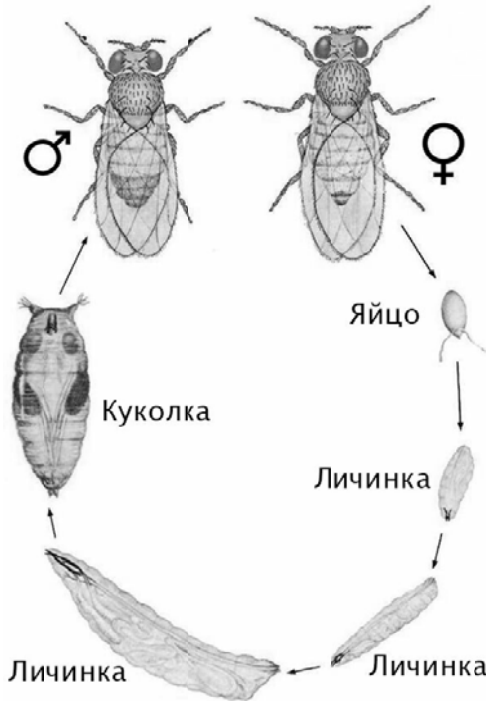
шести линек превращается во вполне сформированного рачка. Пресноводные циклопы распространены очень широко. Некоторые виды встречаются почти повсеместно. Этому способствуют, прежде всего, приспособления к перенесению неблагоприятных условий, в частности способность рачков переносить высыхание водоемов и в виде цист пассивно расселяться по воздуху. Поэтому нет ничего удивительного в появлении циклопов в весенних лужах, возникающих при таянии снега, в только что залитых рыбоводных прудах и т.д. Второй причиной широкого распространения многих видов циклопов следует считать стойкость рачков, находящихся в активном состоянии, по отношению к недостатку кислорода в воде, кислой ее реакции и многим другим факторам, неблагоприятным для остальных пресноводных животных.

***Насекомые открыточелюстные (Insecta – Ectognatha)*** – основной класс надкласса Шестиногие подтипа Трахейнодышащие. Тело насекомых подразделяется на голову с усиками и тремя парами ротовых конечностей, трехсегментную грудь с тремя парами ног и брюшко, лишенное развитых конечностей. У большинства насекомых имеются развитые крылья на среднем и заднем грудном сегменте и сложные фасеточные глаза на голове. Рудименты брюшных ножек модифицированы в половые придатки на заднем конце тела. Насекомые достигли высочайшего прогресса среди членистоногих и претерпели широкую экологическую радиацию, захватив самые разнообразные экологические ниши в наземных и водных экосистемах. Всего известно около 1 млн. видов насекомых, однако эта цифра считается сильно заниженной. Некоторые энтомологи считают, что видовое богатство насекомых достигает 2 и даже 3 млн. Ежегодно описывают сотни новых видов из этого класса.

Микропрепараты, используемые на лабораторной работе, демонстрируют строение и этапы онтогенеза плодовой мухи-дрозофилы, которая относится к роду мелких насекомых семейства плодовых мушек (*Drosophilidae*) отряда двукрылых (*Diptera*). Это один из самых крупных отрядов насекомых, включающий около 80 тыс. видов. Основными чертами отряда являются: колющий или лижущий ротовой аппарат, наличие лишь одной – первой пары крыль-

ев и редукция второй пары, а также червеобразная личинка без ног, а у высших представителей отряда даже без головы.

Размер имаго дрозофилы около 2-3 мм. Общая окраска тела серая (желтовато-серая); брюшко с более или менее широкими черными перевязями по заднему краю тергитов. Половой диморфизм ясно выражен. Самки крупнее самцов (до 3 мм и более), кончик брюшка у них заостренный за счет яйцеклада, без черных зубчиков. Продолжительность жизни взрослой мухи с момента вылупления ее из куколки в среднем составляет 1-2 месяца, но в значительной степени зависит от условий обитания. Плодовая мушка относится к насекомым с полным превращением, т.е. в своем развитии она проходит стадии яйца, личинки, куколки и имаго (рис.12).



**Рис. 12. Онтогенез плодовой мушки**

Яйцо дрозофилы (около 0,5 мм в длину) покрыто двумя оболочками: желточной и хорионом. Хорион имеет своеобразную архитектуру, напоминающую пчелиные соты, несколько вытянутые в

направлении длинной оси яйца. На одной из сторон яйца имеются два отростка, которые предохраняют яйцо от погружения в жидкую среду. В нормальных условиях эмбриональное развитие протекает вне тела матери и при температуре 25°C продолжается 20-22 часа. Число яиц, откладываемых одной самкой, сильно варьирует (от 200-300 до 500-600 яиц) в зависимости от особенностей линии. Яйца откладываются на кормовое растение. Личинки способны развиваться в гниющих фруктах, овощах, в маринадах, пивном сусле, в вине, в остатках молока. Следует указать, что личинка может утилизировать только те продукты, которые переработаны дрожжевыми клетками. Первое время личинки остаются на поверхности питательной среды, а затем уходят вглубь ее и остаются там до момента окукливания. Вылупившаяся личинка в своем развитии претерпевает три личиночных стадии и две линьки. Личинка имеет 12 сегментов: головной, 3 грудных и 8 брюшных. Личиночное развитие связано с усиленным питанием и ростом, и недостаток пищи на этой стадии в значительной степени определяет размеры мухи и ее жизнеспособность. Личинка имеет свои личиночные органы: глазки, мышцы и т.д., которые во время прохождения стадии куколки резорбируются и заменяются имагинальными органами, развивающимися из специальных структур, называемых имагинальными дисками. Стадия куколки знаменует собой начало нового этапа в развитии мухи, связанного с перестройкой (метаморфозом) ее органов. Суть этого процесса заключается в том, что все личиночные органы (кроме нервной системы и половых желез) резорбируются и замещаются имагинальными органами, развивающимися из имагинальных дисков. Куколка имеет характерную бочонкообразную форму и покоится на месте прикрепления до выхода имаго. Стадия куколки продолжается около 84 часов.

Выход мух из куколок растянут во времени. Однако значительная часть мух вылупляется в дневное время. Таким образом, при температуре 25°C и нормальном состоянии питательной среды дрозофила заканчивает свое развитие примерно за 212 часов (около 9 суток), причем стадия яйца длится 20–22 часа, личинки – 96 часов, куколки – 96 часов. С изменением условий среды развитие может

довольно сильно затягиваться или укорачиваться. Кроме того, сроки развития существенно зависят от плотности культуры.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Изучить и зарисовать препараты «Циклоп» и «Дафния». Отметить передний и задний конец тела, различные органы.

**Задание 2.** Изучить и зарисовать препараты:

- «личинка дрозофилы»;
- «куколка дрозофилы»;
- «имаго дрозофилы».

Отметить передний и задний конец тела, различные органы.

**Задание 3.** Описать онтогенез дрозофилы. Указать отличия в индивидуальном развитии представителей разных классов типа Членистоногие.

**Задание 4.** Указать различия во внешнем и внутреннем строении ракообразного и насекомого. Обратит внимание на отличия по следующим признакам:

- сегментация тела;
- количество и функции конечностей;
- дыхательная система;
- пищеварительная система;
- нервно-гуморальная регуляция и органы чувств.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. Работа с определителями.

### Определение наименьшего определяемого таксона представителя макрозообентоса

**Цель работы:** получить навыки работы с определителем. Ознакомиться с разнообразием фауны пресноводных беспозвоночных Северо-Запада РФ. Получить общее представление о взаимосвязи видового состава бентоса с экологическим состоянием водного объекта.

**Материалы и оборудование:** микроскоп БИОМЕД-4, увеличительные стекла, фиксированные образцы проб бентоса, чашки Петри, пинцеты, предметные и покровные стекла, определительные таблицы, полевой определитель пресноводных беспозвоночных.

#### Общие сведения

Бентос (от греч. benthos – глубина) – совокупность животных и растений, обитающих на дне или связанных с дном; многие из этих организмов проходят планктонную стадию развития, способствующую их расселению. По преобладающим размерам составляющих Бентос организмов его разделяют на микробентос (бактерии, простейшие, донные диатомовые водоросли и др.), мейобентос (мелкие черви, рачки и др. организмы с длиной тела обычно не более 2 мм) и макробентос (донные организмы крупнее 2 мм). Различают фитобентос – водоросли и морские травы, которые заселяют лишь освещенные части шельфа, и зообентос – донных животных, заселяющих дно океана вплоть до ультраабиссальных глубин. Организмы зообентоса могут обитать на слоевищах растений, на поверхности грунта (эпифауна), зарываться в относительно мягкий грунт (инфауна) или вбуравливаться в непрочные скальные породы (эндолитофауна); они различаются степенью подвижности (от прикрепленных форм до активно ползающих).

Зообентос служит хорошим, а в ряде случаев единственным биоиндикатором загрязнения донных отложений и придонного слоя воды. Макрозообентос является основой многих систем биоиндикации: эколого-зонального метода Института гидробиологии, биотических очков Чендлера, биотических баллов, расширенного биотического индекса, биотического индекса р.Трент.

В данной лабораторной работе студент получает образец из фиксированной в 60% этиловом спирте пробы организмов бентоса. Как правило, проба отбирается в летний период в водном объекте Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

### **Порядок выполнения работы**

**Задание 1.** Изучить предложенный образец через увеличительное стекло и, при необходимости, с использованием микроскопа. Используя определительные таблицы и полевой определитель, определить систематическую принадлежность найденного образца до наименьшего возможного таксона. В качестве стартовой определительной таблицы следует использовать Приложение.

**Задание 2.** Используя литературу и интернет-ресурсы, описать строение и образ жизни найденных образцов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических указаниях представлен комплекс из восьми лабораторных работ по учебной дисциплине «Биология» для студентов направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Вскрываемые биологией закономерности – важная составная часть современного естествознания. Они служат укреплением связи биологии с точными и гуманитарными науками; развитием комплексных и междисциплинарных исследований; увеличением каналов взаимосвязи с теоретическим познанием и со сферой практической деятельности, прежде всего с глобальными проблемами современности.

Основной целью лабораторных занятий является подтверждение и уточнение имеющихся теоретических знаний путем их практической проверки, а также отработка практических умений и навыков обучающихся. Лабораторные занятия способствуют развитию мыслительной деятельности и познавательной активности обучающихся и приобщению их к методам натуральных исследований. Защита лабораторной работы – это демонстрация результатов самостоятельной работы студентов. В ходе защиты студенты излагают полученную информацию, сталкиваются с другими взглядами на планирование познавательной деятельности, учатся доказывать свою точку зрения и отвечать на вопросы.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### *а) Основная литература*

1. Ярыгин В.Н. Биология. Учебник в 2-х томах. Изд. ГЕОТЭР-Медиа, 2018.
2. Д.Тейлор, Н.Грин, У.Стаут. Биология в 3-х томах. Лаборатория знаний, 2019.
3. Биология. Современный курс. 4-е изд., испр. и доп. / под ред. А. Ф. Никитина. – СПб.: СпецЛит, 2016.

### *б) Дополнительная литература*

1. Крыжаков В.А., Билич Г.Л. Биология в 3-х тт. М.: ОНИКС, 2002. Т. 1. Биология. Т. 2. Ботаника. Т. 3. Зоология.
2. Лысов П.К. Биология с основами экологии. Уч. для вузов. М.: Высш. шк., 2007.
3. Мамонтов С.Г. Биология. М.: Высш. шк., 2000.
4. Ярыгин В.Н., Васильева В.И., Волков И.Н., Синельщикова В.В. Биология. Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2003.
5. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2003.
6. Кемп Б., Армс К. Введение в биологию. – М.: Мир, 1986.
7. Слюсарев А.А., Жукова С.В. Биология. – Киев: Высш. шк., 1987.
8. Пехов А.П. Биология с основами экологии. – СПб., 2002
9. Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек: Учебное пособие для сети общественного экологического мониторинга / Под ред. д.б.н. В.В.Скворцова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: «Крисмас+», 2006.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**Описание организма**

Бесформенные мягкие образования, напоминающие куски поролона зеленоватого цвета. Организмы прикреплены к подводным предметам.

**Внешний вид**



**Таблица**

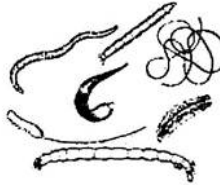
**I Губки**

Мелкие организмы, прикрепленные к подводным предметам, снабженные щупальцами (смотреть под лупой). Животные одиночные (до 1 см) или колоннальные, состоящие из большого числа связанных друг с другом одинаковых особей.



**II Кишечно-полостные и мшанки**

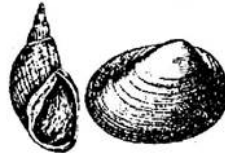
Тело животного вытянутое, червеобразное, круглое или плоское. Животное не имеет явно выраженных членистых конечностей.



**III-а Планарии, Пиявки, Олигохеты, Волосатики**

**III-б Личинки двукрылых**

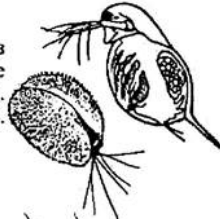
Тело заключено в спиральную, колпачковидную или двустворчатую раковину, организм ползает по дну. Конечностей нет.



**IV-а Улитки**

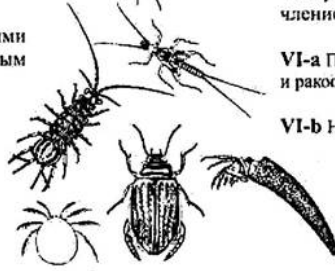
**IV-б Ракушки**

Тело животного заключено в раковинку, из которой торчат конечности. Животное бегает по дну или плавает в толще воды. Животные очень мелкие (не крупнее 1 см).



**V Ракушковые раки и дафнии**

Организм обладает явно выраженными членистыми конечностями и членистым телом.



**VI Прочие членистоногие**

**VI-а Паукообразные и ракообразные**

**VI-б Насекомые**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Микроскопия. Ознакомление с устройством микроскопа и овладение приемами пользования. ....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Строение одноклеточных организмов. Сравнение эвглены зеленой и инфузории-туфельки ....	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. Водоросли. Изучение и определение отделов на живом образце .....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. Лишайники. Определение вида лишайника. Изучение структуры таллома на живом образце и микропрепарате .....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5. Тип Кишечнополостные. Изучение пресноводной гидры.....	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6. Типы Плоские, Круглые и Кольчатые черви.....	25
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7. Тип членистоногие.....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8. Работа с определителями. Определение наименьшего определяемого таксона представителя макрозообентоса.....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	39
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	40
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	41

# **БИОЛОГИЯ**

*Методические указания к лабораторным работам  
для студентов направления 05.03.06*

Сост.: *Д.С. Петров, А.С. Данилов*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой  
геоэкологии

Ответственный за выпуск *Д.С. Петров*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 25.05.2020. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 2,6. Усл.кр.-отт. 2,6. Уч.-изд.л. 2,4. Тираж 50 экз. Заказ 290.

Санкт-Петербургский горный университет  
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета  
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2