

Министерство образования и науки российской федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
(ТУСУР)**

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)

**А.Г. Карташев, А.П. Шкарупо**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО БИОЛОГИИ**

(методические указания для специальности 020801 – Экология)

Томск - 2017

Министерство образования и науки российской федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
(ТУСУР)**

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав.кафедрой РЭТЭМ  
\_\_\_\_\_ В. И. Туев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО БИОЛОГИИ**

(методические указания для специальности 020801 – Экология)

Разработчики:  
Профессор каф. РЭТЭМ, д.б.н  
\_\_\_\_\_ А. Г. Карташев  
ассистент каф. РЭТЭМ  
\_\_\_\_\_ А. П. Шкарупо

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Лабораторная работа № 1. Анатомия клетки.....	5
Лабораторная работа № 2. Актиномицеты и грибы.....	10
Лабораторная работа № 3. Внешнее и внутреннее строение простейших .....	14
Лабораторная работа № 4. Особенности строения брюхоногих моллюсков ....	18
Лабораторная работа № 5. Особенности строения двустворчатых моллюсков.	24
Литература.....	34

Курс биологии входит в число обязательных предметов, составляющих фундаментальную основу подготовки экологов всех специальностей. В рамках предмета важная роль отводится практическим занятиям, которые наряду с теоретическим лекционным курсом способствуют созданию цельного представления о биоразнообразии, а также помогают в приобретении навыков самостоятельной работы с биологическим материалом и книгой как справочником. На практических занятиях основное внимание уделяется изучению внутренней организации организмов разных царств, типов и классов с целью выявления эволюционных преобразований живого мира.

Настоящие методические указания представляют собой программу-конспект анатомической части практикума по биологии, и состоит из 5 разработок конкретных тем, составленных по единому плану. По каждой теме дается таксономическая характеристика изучаемого объекта, затем перечень необходимых для отработки данной темы материалов и оборудования, включающего готовые препараты, таблицы и раздаточный материал. В разделе "Задание" указывается, что студент должен изучить и усвоить на каждом занятии. Для проверки усвоения материала студентами и самоконтроля служат вопросы, ответы на которые требуют дополнительной подготовки по соответствующим разделам учебников. При написании пособия использовался принцип сравнительно-анатомического анализа и филогенетических связей живых организмов.

**Первый (осенний) семестр (20 ч, самостоятельная работа 5 ч.)**

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. АНАТОМИЯ КЛЕТКИ** **(4 часа, самостоятельная работа – 1 час)**

**Цель работы:** освоить навыки микроскопирования и приготовления временных препаратов, изучить строение растительной клетки с помощью светового микроскопа.

### **Предмет и содержание работы**

**Объект изучения:** чешуя луковицы лука (*Allium cepa* L.), листья элодеи (*Elodea canadensis* Rich.), свежие плоды томата (*Lycopersicon* sp.) или шиповника (*Rosa canina* L.), лист традесканции (*Tradescantia* sp.), побег сосны (*Pinus* sp.).

### **Краткие теоретические сведения**

Клетка является основной структурной единицей растительного организма. Организм одноклеточных растений представлен одной клеткой, которая осуществляет все жизненные функции. Клетки, составляющие тело многоклеточного организма, как правило, неоднородны, имеют разную структуру, и выполняют различные функции.

Живая клетка растений представляет собой объемное тело, состоящее из протопласта, окруженного оболочкой. Протопласт (от греч. протос – первый, пластос – вылепленный) состоит из цитоплазмы и ядра. Ядро – органоид растительной клетки, состоящий из двумембранной липопротеидной оболочки, отделяющей его содержимое от цитоплазмы, хроматина, ядрышка, кариоплазмы и продуктов синтетической активности. Цитоплазма включает гиалоплазму, мембранные и немембранные компоненты. К мембранным компонентам относится эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли и двумембранные компоненты (митохондрии и пластиды). К немембранным компонентам относят рибосомы, микротрубочки, микрофиламенты.

Гиалоплазма (от греч. гиалине – прозрачный) представляет собой сложную систему растворов различных веществ. Важнейшая роль гиалоплазмы заключается том, что она объединяет все клеточные структуры и обеспечивает химическое взаимодействие их друг с другом. В живой растительной клетке основное вещество находится в постоянном движении. Это движение называется током цитоплазмы или циклозом. Он облегчает передвижение веществ в клетке и обмен ими между клеткой и окружающей средой. Циклоз прекращается в мертвой клетке.

Клетки высших растительных организмов содержат вакуоли. У молодых клеток может быть несколько мелких вакуолей, которые по мере роста и дифференцировки клетки сливаются друг с другом и образуют одну или несколько крупных вакуолей. Полость вакуоли заполнена клеточным

соком. Одной из главных функций вакуолей является поддержание тургорного и осмотического давления клеток.

Оболочка клетки защищает ее содержимое от повреждений, принимает участие в поглощении и передвижении веществ, транспирации и выделении секретов. Очень часто оболочка растительной клетки выполняет жизненно важные функции, и после отмирания живого содержимого.

### **Материал и оборудование**

1. Чешуя лука репчатого (красного сорта), листья элодеи, свежие плоды томата или шиповника, лист традесканции, побег сосны.
2. Микроскоп.
3. Препаровальная игла.
4. Пипетки.
5. Предметные и покровные стекла.
6. Капельница с дистиллированной водой.
7. Марлевые салфетки.
8. Фильтровальная бумага.
9. Пинцет.

### **Техника работы с микроскопом**

Работа с микроскопом требует определенных навыков и знаний всех его потенциальных возможностей. В микроскоп можно рассматривать не только поверхность объекта, но и внутреннюю ее часть, так как свет, полученный от источника, проходя через объект, освещает всю его толщу. Опуская или поднимая тубус микроскопа, можно поставить фокус и рассматривать любые участки объекта, находящиеся на разной глубине, то есть получать «оптическое сечение».

Резкость изображения участков, лежащих на разных уровнях, – глубина поля зрения – зависит от размеров отверстия диафрагмы. Уменьшая это отверстие путем закрывания диафрагмы можно получить большую глубину поля зрения.

При выполнении первого задания необходимо внимательно изучить принципы устройства микроскопа и познакомиться с основными частями оптической и механической систем. Особенное внимание обратить на цифровые и буквенные обозначения, имеющиеся на объективах и окулярах и чистоту их линз. Освоить основные приемы и правила работы с микроскопом и подготовить его к просмотру препарата при малом увеличении. В альбоме сделать записи согласно заданию.

Для выполнения второго задания необходимо подготовить предметные и покровные стекла. Для этого поместить стекло в складку марлевой салфетки между большим и указательным пальцами руки и протереть их легкими и круговыми движениями пальцев. Затем на середину предметного стекла нанести каплю воды. Внутреннюю мясистую чешую лука слегка надрезать и препаровальной иглой или пинцетом снять кожицу с вогнутой или наружной

стороны. Эпидермис расправить препаровальной иглой в капле воды на предметном стекле и накрыть покровным. Листья элодеи сорвать с растения за 30 минут до начала занятия и выдержать на ярком свете в чашке Петри с водой при температуре 20-25°.

### **Задание**

1. Познакомьтесь с устройством светового микроскопа и освоить основные правила работы с ним.
2. Подготовьте микроскоп к просмотру препарата при малом увеличении.
3. Подготовьте предметные и покровные стекла для микроскопирования препарата.
4. Приготовьте временный препарат эпидермы наружной стороны сочной чешуи фиолетового лука.
5. Рассмотрите клетки при небольшом увеличении микроскопа. Зарисуйте их.
6. Опишите форму клеток. Различаются ли клетки размерами?
7. К какой группе по форме (паренхимная или прозенхимная) относятся клетки эпидермы лука?
8. Рассмотрите клетки при 400-кратном увеличении микроскопа.
9. Найдите оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоль.
10. Найдите основные структурные элементы цитоплазмы.
11. Опишите внешнее строение мембранных компонентов цитоплазмы: эндоплазматической сети, аппарата Гольджи, лизосом, вакуолей.
12. Опишите внешнее строение немембранных компонентов цитоплазмы: рибосом, микротрубочек, микрофиламентов.
13. Отметьте, сколько вакуолей имеется в клетке.
14. Отметьте, какой объем относительно общего объема клетки занимают вакуоли (вакуоль)?
15. Найдите клетки с разным количеством вакуолей. Сравните размеры вакуолей клетках с одиночными и множественными вакуолями.
16. Опишите цвет содержимого вакуолей.
17. Опишите, как выглядит оболочка вакуоли (тонопласт).
18. Опишите структуру цитоплазмы, выстилающую внутреннюю поверхность клеточной оболочки.
19. Найдите цитоплазматическую структуру, из которой образуются ядерный кармашек.
20. Найдите клеточное ядро и опишите его форму.
21. Опишите строение ядерной оболочки. Из скольких слоев она состоит?
22. Найдите и опишите ядерные поры. Какую функцию они выполняют?
23. Найдите ядрышко, опишите его внешнее строение.
24. Изготовьте препарат листа элодеи.
25. При большом увеличении наблюдайте вращательное движение цитоплазмы в клетках средней жилки листа элодеи.

26. Зарисуйте одну клетку элодеи и укажите стрелками направление движения цитоплазмы.
27. Подсушите препарат элодеи и наблюдайте, сохранилось ли движение цитоплазмы в погибшей клетке.
28. Найдите и зарисуйте хлоропласты у элодеи.
29. Изготовьте препараты клеток мякоти плодов томата или шиповника.
30. Исследуйте содержимое клеток при большом увеличении и найдите хромопласты. Зарисуйте несколько клеток мякоти плодов и сделайте обозначения.
31. Изготовьте препарат нижней эпидермы листа традесканции. Рассмотрите при большом увеличении содержимое клеток традесканции и найдите лейкопласты. Зарисуйте несколько клеток и сделайте обозначения.
32. Приготовьте препараты срезов древесины побегов сосны. Рассмотрите при большом увеличении строение стенок клеток. Найдите окаймленные поры. Зарисуйте и сделайте обозначения.
33. Составить отчет о проделанной работе.

### **Пояснение к препарату**

Работа с микроскопом требует определенных навыков и знаний всех его потенциальных возможностей. В микроскоп можно рассматривать не только поверхность объекта, но и внутреннюю ее часть, так как свет, полученный от источника, проходя через объект освещает всю его толщу. Опуская или поднимая тубус микроскопа, можно поставить фокус и рассматривать любые участки объекта, находящиеся на разной глубине, то есть получать «оптическое сечение».

Резкость изображения участков, лежащих на разных уровнях, - глубина поля зрения – зависит от размеров отверстия диафрагмы. Уменьшая это отверстие путем закрывания диафрагмы можно получить большую глубину поля зрения.

При выполнении первого задания необходимо внимательно изучить принципы устройства микроскопа и познакомиться с основными частями оптической и механической систем. Особое внимание обратить на цифровые и буквенные обозначения, имеющиеся на объективах и окулярах и чистоту их линз. Освоить основные приемы и правила работы с микроскопом и подготовить его к просмотру препарата при малом увеличении. В альбоме сделать записи согласно заданию.

Для выполнения второго задания необходимо подготовить предметные и покровные стекла. Для этого поместить стекло в складку марлевой салфетки между большим и указательным пальцами руки и протереть их легкими и круговыми движениями пальцев. Затем на середину предметного стекла нанести каплю воды. Внутреннюю мясистую чешую лука слегка надрезать и препаровальной иглой или пинцетом снять кожицу с вогнутой или наружной стороны. Эпидермис расправить препаровальной иглой в капле воды на предметном стекле и накрыть покровным.

При малом увеличении микроскопа в поле зрения будут видны множество плотно сомкнутых клеток многоугольной формы и разных размеров (рис. 1). При большом увеличении микроскопа внимательно изучить одну-две клетки. Работая микровинтом и изменяя диаметр диафрагмы добиться четкой видимости всех структур клетки. Обратите внимание, что каждая клетка имеет собственную оболочку. В клетке различимы несколько вакуолей с окрашенным соком. Внутреннюю поверхность клеточной оболочки выстилает тонкий слой цитоплазмы с зернистыми включениями, от которого отходят тяжи, пересекающие полость клетки. Они образуют ядерный кармашек, в котором располагается ядро округлой формы с хорошо различимым ядрышком.

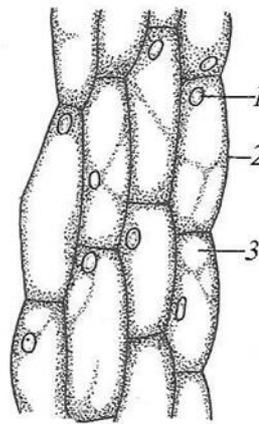


Рис.1. Клетки эпидермиса мясистой чешуи лука: 1-ядро; 2-оболочка; 3- вакуоль

### Контрольные вопросы

1. К каким двум группам можно свести все многообразие клеток по форме?
2. Какие основные органоиды растительных клеток можно наблюдать под световым микроскопом?
3. Какие существуют мембранные компоненты цитоплазмы?
4. Какие существуют немембранные компоненты цитоплазмы?
5. Какие элементы входят в состав клеточного ядра?
6. Назовите основные свойства цитоплазмы как живой системы.
7. Назовите основную функцию вакуоли.
8. Дайте определение терминам протопласт и циклоз.
9. Назовите функции хлоропластов, хромопластов и лейкопластов.
10. Как определить, жива или мертва растительная клетка?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. АКТИНОМИЦЕТЫ И ГРИБЫ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель занятия:** получение и закрепление навыков строения актиномицетов и микроскопических грибов.

### Предмет и содержание работы

**Объект изучения:** колонии актиномицетов, плесневые грибы, дрожжи.

### Краткие теоретические сведения

**Актиномицеты** – своеобразные микроорганизмы, сочетающие свойства бактерий и плесневых грибов. Типичные представители актиномицетов имеют хорошо выраженный мицелий. В отличие от плесневых грибов мицелий актиномицетов не септирован и представлен одной огромной, сильно ветвящейся клеткой. Диаметр гиф актиномицетов составляет 0,1-1,0 мкм, т. е. примерно в 10 раз меньше диаметра гиф плесневых грибов (рис. 2).

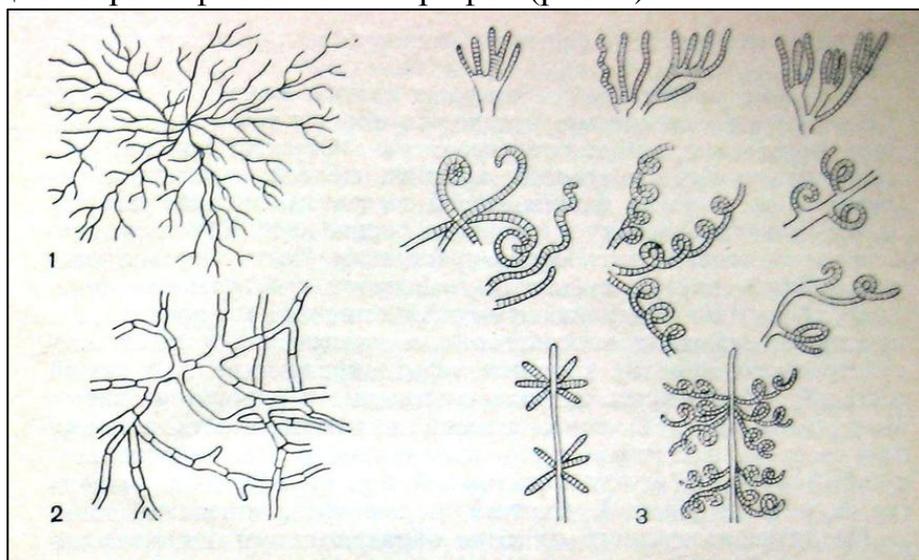


Рис. 2. Мицелии: актиномицетов (1) и гриба (2) при одинаковом увеличении; 3 – формы спороносцев у актиномицетов.

Клеточная стенка мицелия актиномицетов по строению сходна с оболочкой грамположительных бактерий. Она образована белковыми, липидными и мукополисахаридными компонентами, толщина клеточной стенки 0,01-0,03 мкм. Под оболочкой мицелия актиномицетов находится цитоплазматическая мембрана, активно участвующая в процессах обмена веществ и в образовании спор. Отсутствие оформленного ядра отличает актиномицетов от плесневых грибов и роднит их с бактериями.

Колонии актиномицетов плотные, петлей не захватываются. Они бывают складчатые, бугристые, корковидные, реже гладкие, бесцветные или пигментированные. Колонии актиномицетов прочно срастаются с субстратом. Часть мицелия, расположенную внутри субстрата, называют *субстратный*

*мицелий*. Мицелий, стелющийся непосредственно по поверхности субстрата, называют *надсубстратным мицелием*. От нитей надсубстратного мицелия отходят гифы, образующие воздушный мицелий. Большинство актиномицетов имеет хорошо развитый воздушный мицелий, покрывающий всю поверхность колонии или ее часть пушистым, мучнистым налетом.

На нитях воздушного мицелия образуются органы плодоношения – спороносцы со спорами. Спороносцы актиномицетов различают по их строению и расположению. По строению спороносцы могут быть прямые, длинные или короткие, волнистые и спирально закрученные, с числом завитков 1-10 и более. Спираль витков может быть сжата или растянута. На гифах воздушного мицелия спороносцы располагаются последовательно, мутовчато, супротивно и пучкообразно (рис. 2).

В спороносцах формируются споры по типу фрагментации или сегментации. При фрагментации ядерное вещество спороносной гифы распадается на комочки, вокруг которых концентрируется цитоплазма. Каждый такой фрагмент обрастает собственной оболочкой и превращается в зрелую спору.

При сегментации цитоплазматическая мембрана спороносной гифы образует впячивания, разделяя спороносец перегородками на ряд равномерных клеток – будущих спор (рис. 3). Когда споры созревают, спороносец распадается и споры высыпаются.

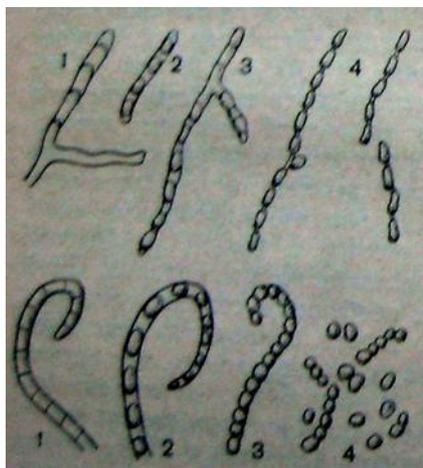


Рис. 3. Способы спорообразования у актиномицетов: сверху – фрагментация, внизу – сегментация: 1 – распространение плазмы на отдельные участки; 2 – начало формирования спор; 3 – созревание и растворение спороносной гифы; 4 – зрелые споры.

Различают формы спор – шаровидные, палочковидные, цилиндрические и грушевидные. Споры актиномицетов сравнительно устойчивы к действию неблагоприятных условий среды, но менее устойчивы, чем споры бактерий. Попадая в благоприятные условия, споры прорастают в новый мицелий, формируя в дальнейшем колонии. Прорастание споры начинается сразу в нескольких участках. Помимо размножения спорами, актиномицеты могут размножаться и обрывками мицелия.

Строение и расположение спороносцев, тип спорообразования, форма и размер спор, поверхность оболочки спор являются диагностическими признаками при определении систематического положения актиномицетов.

Многие актиномицеты являются продуцентами антибиотических веществ, витаминов, биотина, фолиевой кислоты, никотиновой кислоты, ауксина.

**Плесневые грибы.** Колонии грибов по размерам во много раз превосходят дрожжевые бактериальные клетки. Поверхность пушистая, как вата, бархатистая, мучнистая, кожистая или гладкая. Диаметр нитей грибов 5-50 мкм и больше.

Из грибов основным объектом, интересующих микробиологов, являются дрожжевые грибы. **Дрожжи** относятся к классу грибов (*Fungi*), порядку одноклеточных грибов (*Unicellomycetales*).

Дрожжи в отличие от остальных грибов являются одноклеточными организмами, не образующими настоящего мицелия. Клетки дрожжей округлой, овальной или палочковидной формы, диаметром 4-12 мкм. В световом микроскопе различимы оболочка дрожжевой клетки, цитоплазма и вакуоли.

По способу вегетативного размножения дрожжи подразделяются на 3 семейства:

1. *Saccharomycetaceae* – дрожжевые организмы, размножающиеся почкованием (рис. 4).
2. *Schizosaccharomycetaceae* – дрожжевые организмы, размножающиеся делением клетки перегородкой.
3. *Saccharomycodaceae* – дрожжевые организмы, размножение которых начинается почкованием, а завершается делением с образованием перегородки между почкой и материнской клеткой.

Родовой состав семейств определяется типом спорообразования, формой и характером прорастания спор.

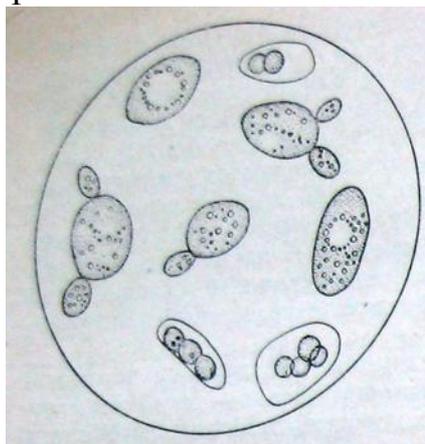


Рис. 4. *Saccharomyces vini*, 10-дневная культура на солодовом агаре.

### Материал и оборудование

1. Микроскоп.
2. Иммерсионное масло.
3. Предметные стекла.
4. Покровные стекла.

5. Препаровальные иглы.
6. Пинцет.
7. Спиртовка.
8. Чашка Петри с колониями микроорганизмов.
9. Стеклянная палочка или пипетка.
10. Вата гигроскопическая.
11. Марля хлопчатобумажная.

### **Задание**

1. Приготовить препарат отпечаток: на чашке Петри найти колонии актиномицетов, колонию накрыть покровным стеклом, слегка прижать иглами, перенести на предметное стекло.
2. Провести микроскопирование препарата отпечаток: определить форму спор, форму спороносов, найти участки фрагментации и сегментации. Все увиденное зарисовать.
3. Приготовить препарат отпечаток из колонии 3 грибов (также как для актиномицетов).
4. Провести микроскопирование. Зарисовать увиденное: споры, мицелий, спороносы.
5. Из культуры дрожжей приготовить препарат раздавленная капля: стеклянной палочкой (или пипеткой) на предметном стекле сделать крупную каплю, накрыть каплю покровным стеклом.
6. Провести микроскопирование препарата: зарисовать клетки дрожжей: с почками, с аскомицетами. Обозначить на рисунке оболочку, цитоплазму, вакуоли (только то, что действительно видели в микроскоп).
7. Оформить отчет.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение «актиномицеты». В чем их отличие от плесневых грибов?
2. Дайте характеристику клеточной стенки мицелия актиномицетов. Есть ли ядро?
3. В чем особенность мицелия колоний актиномицетов?
4. Какие особенности актиномицетов являются диагностическими признаками при определении систематического положения?
5. Какую поверхность имеют плесневые грибы?
6. Чем отличаются дрожжи от остальных грибов?
7. Как определяют родовой состав семейств дрожжей?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ

(4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** изучение представителей подцарства простейших на примере инфузории туфельки.

## Предмет и содержание работы

**Объект изучения:** Подцарство Простейшие или Одноклеточные – *Protozoa* Тип Ресничные, или Инфузории – *Ciliata*, Класс Ресничные инфузории – *Ciliata* Вид Инфузория-туфелька – *Paramecium caudatum*

## Краткие теоретические сведения

К простейшим относятся животные, тело которых состоит из одной клетки, функционирующей как самостоятельный организм (то есть способной к самостоятельному питанию, движению, размножению и переживанию неблагоприятных условий). Поэтому клетки простейших имеют более сложное строение, чем клетки многоклеточных организмов. Кроме постоянных клеточных структур – клеточной мембраны, митохондрий, эндоплазматической сети, рибосом, ядра (органойды), имеются специализированные структуры – псевдоподии, жгутики, пищеварительные и сократительные вакуоли (органеллы). Цитоплазма ограничена снаружи трехслойной мембраной.

Простейшим свойственно бесполое и половое размножение. Бесполое размножение происходит путем деления на две или множество клеток при митотическом делении ядер. Половое размножение характеризуется образованием гаплоидных половых клеток (гамет) с их последующим слиянием (оплодотворением), что приводит к формированию зиготы, из которой развивается новый организм.

Многие простейшие при наступлении неблагоприятных условий способны к инцистированию: клетка округляется, сбрасывает или втягивает органеллы движения, выделяет на поверхность плотную оболочку. В инцистированном состоянии простейшие могут переносить резкие колебания условий окружающей среды.

Простейшие обитают в морях, пресных водах, почве. Много паразитов человека и животных, очень небольшое число видов паразитирует у растений.

Инфузории – наиболее крупные и сложно устроенные простейшие (рис. 5). Тело покрыто пелликулой и ресничками, характерны крупные сократительные вакуоли, сложная система органелл пищеварения (клеточный рот, окруженный специализированными ресничками, расположен на дне предротовой или околоротовой полости). Ядра двух типов: небольшое диплоидное генеративное

(микронуклеус) и очень крупное полиплоидное вегетативное (макронуклеус). Во время конъюгации между партнерами образуется цитоплазматический мостик, по которому происходит обмен мигрирующими ядрами, партнеры расходятся и ядерный аппарат восстанавливается.

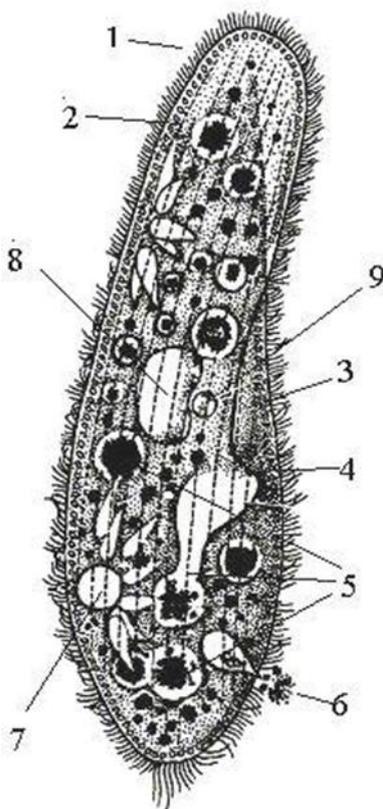


Рис. 5. Строение инфузории *Paramecium caudatum*: 1 – реснички; 2 – трихоцисты; 3 – перистом; 4 – клеточный рот; 5 – пищеварительные вакуоли; 6 – порошица; 7 – сократительная вакуоль; 8 – макронуклеус; 9 – микронуклеус.

Бесполое размножение – простое деление надвое (реже множественное или почкование). Подавляющее большинство инфузорий – свободноживущие формы, питаются бактериями, водорослями или другими простейшими. Играют важную роль в процессах очистки водоемов от загрязнений (выедают бактериальную массу, сами служат кормом для мальков рыб). Часть видов паразитирует на поверхности кожи и жабрах рыб, часть видов обитает в пищеварительной системе различных животных (питаются главным образом содержимым и кишечными бактериями).

### Материал и оборудование

1. Живая культура инфузории-туфельки *Paramecium caudatum*.
2. Микроскоп.
3. Ручная лупа.
4. Предметные и покровные стекла.
5. Пипетки.

6. Тушь.
7. Раствор метиленовой зелени.
8. Пинцет.
3. Фильтровальная бумага и вата.
4. Раствор (2-3 %) уксусной кислоты.

### **Задание**

Изучают животных в небольшой капле. Чтобы приостановить движение инфузорий, следует удалить избыток воды фильтровальной бумагой либо положить на каплю с культурой небольшой комочек предварительно расщепленной ваты. Вата служит препятствием для инфузорий, движение их замедляется, что облегчает наблюдения. Для замедления движения парамеций можно использовать и 3% раствор желатины, однако его применение часто приводит к деформации тела животных.

Наблюдать за движением инфузорий-туфельек. Изучить и зарисовать строение туфельки: форму тела, рот, глотку, реснички, сократительные вакуоли, экто- и эндоплазму. Для изучения инфузории-туфельки следует приготовить временный препарат из лабораторной культуры этих простейших. Изучают животных в небольшой капле. Чтобы приостановить движение инфузорий, следует удалить избыток воды фильтровальной бумагой либо положить на каплю с культурой небольшой комочек предварительно расщепленной ваты. Вата служит препятствием для инфузорий, движение их замедляется, что облегчает наблюдения. Для замедления движения парамеций можно использовать и 3% раствор желатины, однако его применение часто приводит к деформации тела животных.

Приготовить новый препарат с «туфельками» и добавить туда раствор метиленовой зелени в 2-3 % растворе уксусной кислоты. Это вызовет активное выстреливание трихоцист. Часть из них следует зарисовать. Для изучения процесса пищеварения следует добавить в культуру инфузорий мелко натертую твердую тушь или кармин. На приготовленном из такой культуры микропрепарате можно наблюдать разные стадии циклоза пищеварительной вакуоли, что позволяет сделать необходимые дополнения к рисунку.

На одном из микропрепаратов проследить за работой выделительных вакуолей. Зарисовать их. Добавить в воду тушь и рассмотреть пищеварительные вакуоли. На постоянных микропрепаратах рассмотреть и зарисовать ядерный аппарат инфузорий, состоящий из большого почковидного макронуклеуса и одного довольно крупного микронуклеуса, один полюс которого остается неокрашенным. Добавить в каплю с инфузориями раствор метиленовой сини в 2-3 % растворе уксусной кислоты, рассмотреть микро- и макронуклеусы и трихоцисты. В молодых активно размножающихся культурах нередко удается обнаружить разные стадии деления ядер.

### **Контрольные вопросы**

1. Полная таксономическая характеристика представителей н/т *Ciliophora, m. Ciliata*.
2. Особенности организации инфузорий на примере инфузории-туфельки *Paramecium caudatum* (покровы; локомоторная система, понятие об эктоплазматической фибриллярной системе инфузорий (ЭФС) как о правильно построенной сети микрофибрилл и микрофиламентов, экскреция и осморегуляция; ядерный дуализм; пищеварение).
3. Половое и бесполое размножение инфузорий. В чем заключается биологический смысл конъюгации. Ее основные этапы и отличия от копуляции.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель:** изучить морфоанатомическую структуру виноградной улитки и пресноводных брюхоногих моллюсков.

### Предмет и содержание работы

**Объект изучения:** виноградная улитка (*Helix pomatia*), обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis*), роговая катушка (*Planorbis corneus*)

### Краткие теоритические сведения

Моллюски представляют собой один из многочисленных типов животных, к ним относится около 130 тыс. видов. В подавляющем большинстве моллюски – типичные водные животные, они населяют моря, океаны, пресные водоемы. Сравнительно немногие (легочные моллюски) приспособились к жизни на суше. Большинство моллюсков – донные животные.

Основные признаки типа:

- Моллюски билатерально-симметричные животные, за исключением брюхоногих моллюсков, у которых более или менее резко выражена асимметрия.
- Тело не имеет метамерного строения и разделяется на три отдела: голову (отсутствует у двустворчатых моллюсков), туловище (у многих в виде внутренностного мешка) и ногу.
- Большинство моллюсков имеет раковину. Раковина разного строения. Она обычно состоит из трех слоев. Наружный слой раковины – периостракум – конхиолиновый. Средний слой – остракум – фарфоровидный, состоит из углекислого кальция. Внутренний слой – гипостракум – перламутровый, образован листочками (пластинками) из углекислого кальция. Раковина – продукт выделения мантии.
- Мантия – спинная складка покровов.
- Между мантией и телом находится мантийная полость. Органы, расположенные в мантийной полости (жабры, органы химического чувства осфрадии) или открывающиеся в нее (отверстия почек, задней кишки, полового аппарата), составляют мантийный комплекс органов.
- Тело покрыто однослойным эпителием со слизистыми и белковыми железами.
- Мускульный мешок отсутствует, развита специализированная мускулатура.
- Моллюски – вторичнополостные животные, с неметамерным остаточным целомом. Целом представлен околосоудочной сумкой (перикардием) и полостью гонад. Все промежутки между органами заполнены паренхимой.

- Пищеварительная система состоит из трех отделов: передней, средней и задней кишки. Для большинства моллюсков характерно присутствие в глотке языка с теркой (радулой). Радула служит для захвата и перетирания пищи. Пищеварительными железами являются слюнные, протоки которых открываются в глотку, и печень, протоки открываются в желудок.
- Органы выделения – почки. Это целомодукты мезодермального происхождения. Воронки почек открываются в перикардиальную полость, выделительное отверстие – в мантийную полость.
- Органы дыхания – жабры, или ктенидии. Ктенидии состоят из осевой пластинки и лепестков. Жаберные лепестки покрыты мерцательным эпителием. У большинства моллюсков имеется одна пара ктенидиев, реже две пары или больше. Органом дыхания сухопутных моллюсков является легкое. Кожное дыхание характерно большинству моллюсков.
- Кровеносная система моллюсков незамкнутая. Кровь течет не только по сосудам, но и лакунам и синусам, расположенным между органами. Имеется сердце, состоящее чаще из одного желудочка и двух предсердий.
- Нервная система примитивных моллюсков лестничного типа, представлена окологлоточным нервным кольцом и продольными стволами, связанными комиссурами. Ганглии слабо дифференцированы или отсутствуют. У высших форм нервная система разбросанно-узлового типа. Ганглии обособлены, расположены в разных частях тела моллюска, соединены между собой коннективами. У некоторых моллюсков происходит концентрация ганглиев.
- Органы чувств разнообразны: глаза, осфрадии, обонятельные ямочки,статоцисты, сенсорные клетки и др.
- Моллюски размножаются только половым путем. Большинство из них – раздельнополые животные, но много и гермафродитов.
- Типы дробления яиц: полное равномерное или полное неравномерное, дискоидальное.
- Развитие прямое или с метаморфозом. Личинок одна либо две.

Тип – Моллюски (Mollusca) подтип – Раковинные (Conchifera) класс – Брюхоногие (Gastropoda) подкласс – Легочные (Pulmonata), отряд – Стебельчатоглазые (Stylommatophora), виды - Виноградная улитка (*Helix pomatia*), Обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis*), Роговая катушка (*Planorbis corneus*).

Тело моллюска состоит из трех отделов – головы, туловища и ноги (рис. б). Передний конец тела представлен головой, снабженной ртом. На спинной стороне головы находятся короткие губные щупальца, выше располагаются более удлиненные глазные щупальца. Чуть ниже правого глазного щупальца находится половое отверстие. Мускулистая нога, служащая для передвижения моллюска, широкая, плоская, овальная. Голова и нога

двусторонне-симметричные. Туловище, или внутренностный мешок, в котором находятся внутренние органы, располагается на спинной части ноги, позади головы. Внутренностный мешок асимметричен.

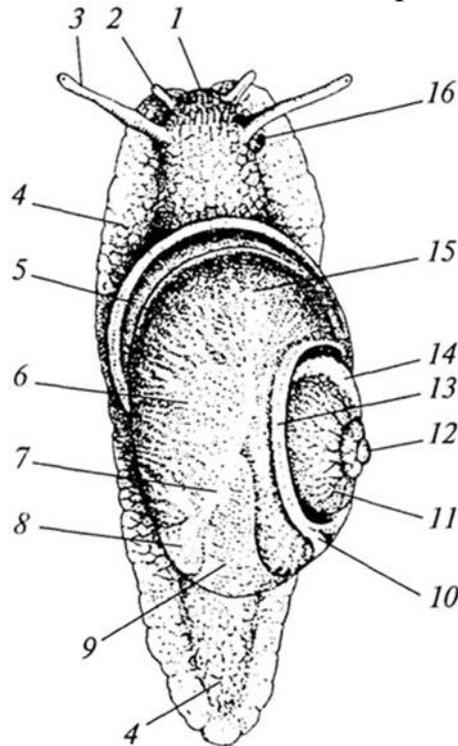


Рис. 6. Виноградная улитка, извлеченная из раковины (вид со спинной стороны): 1 – голова; 2 – губное щупальце; 3 – глазное щупальце; 4 – нога; 5 – край мантии; 6 – легочные сосуды; 7 – легочная вена; 8 – перикардий с сердцем; 9 – почка; 10 – мочеточник; 11 – печень; 12 – вершина внутренностного мешка; 13 – колюмеллярный мускул; 14 – белковая железа; 15 – мантия; 16 – половое отверстие

Легочные моллюски дышат при помощи легких. Легкое - это видоизмененная мантийная полость. Воздух в легкое, или мантийную полость, поступает через дыхательное отверстие, расположенное под раковиной с правой стороны рядом с анальным отверстием (рис. 7). Мантия по краю устья сростается с раковиной на всем протяжении, кроме анального и дыхательного отверстий.

Раковина виноградной улитки имеет устье, вершину и завиток. Устье ведет в полость раковины. Противоположный конец называется вершиной. Часть раковины между вершиной и устьем образована завитками. Постепенно расширяющиеся завитки начинаются от вершины. У взрослой виноградной улитки раковина состоит из 4 оборотов завитков. Границу соприкосновения оборотов завитков называют швом. Расстояние от нижнего края устья до вершины составляет высоту раковины. Закрученная спираль завитков, соприкасающаяся своими внутренними стенками с осью стержня, образует плотную колонку, или столбик. Столбик внутри раковины располагается по центру и связывает вершину раковины с пупком. Пупок представляет собой углубление на раковине около внутреннего края устья.

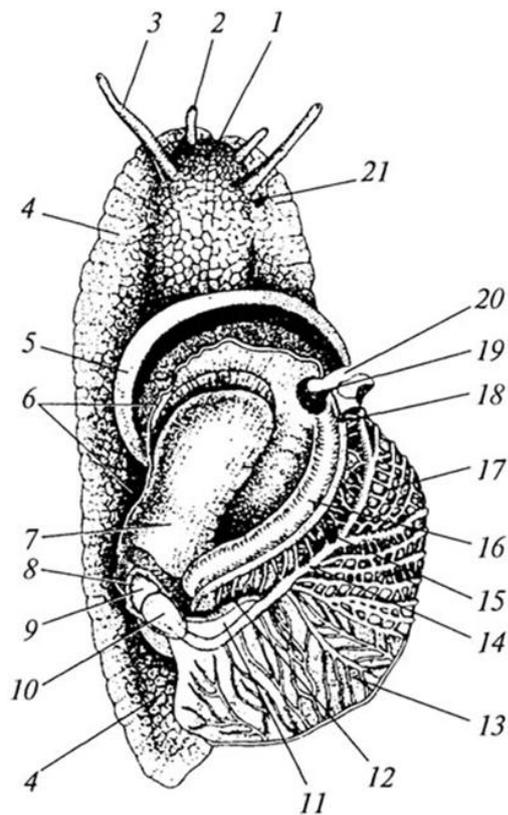


Рис. 7. Органы дыхания и кровеносная система виноградной улитки. Легочная полость вскрыта, мантия отвернута направо (вид со спинной стороны): 1 – голова; 2 – губное щупальце; 3 – глазное щупальце; 4 – нога; 5 – край мантии; 6 – край разреза мантии; 7 – дно мантийной полости; 8 – перикардий; 9 – желудочек; 10 – предсердие; 11 – почка; 12 – первичный мочеточник; 13 – мантия; 14 – легочная вена; 15 – вторичный мочеточник; 16 – прямая кишка; 17 – легочные сосуды; 18 – наружное отверстие почки; 19 – анальное отверстие; 20 – дыхательное отверстие; 21 – половое отверстие

Раковина виноградной улитки цельная, спирально закрученная в правую сторону. Правозакрученность спиралей устанавливается, если расположить моллюска на ладони вершиной вверх, устьем к себе. Высота и ширина раковины составляют 45 - 47 мм. Желтовато-бурая окраска наружного слоя раковины сочетается с темноватыми продольными полосами (рис.8).

При рассмотрении раковины пресноводных легочнодышащих моллюсков – обыкновенного, ушкового и усеченного прудовиков – необходимо обратить внимание на схожесть в строении раковин. Общими для них являются: вершины, устья, завитки. Различия касаются размеров, величины, формы устьев, завитков. Раковины катушек: роговой, окаймленной, килевой – имеют дисковидную форму. Их завитки закручены в одной плоскости и не выступают над краями устья. Раковины всех легочнодышащих по толщине стенок и размерам уступают виноградной улитке. Окраска этих раковин однотонная, от светло- до темно-коричневой.

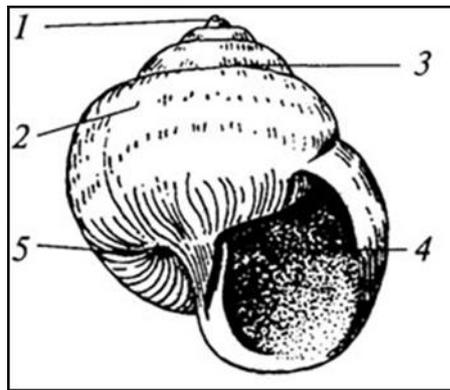


Рис. 8. Строение раковины виноградной улитки:  
1 – вершина; 2 – обороты раковины; 3 – шов; 4 – устье; 5 – пупок.

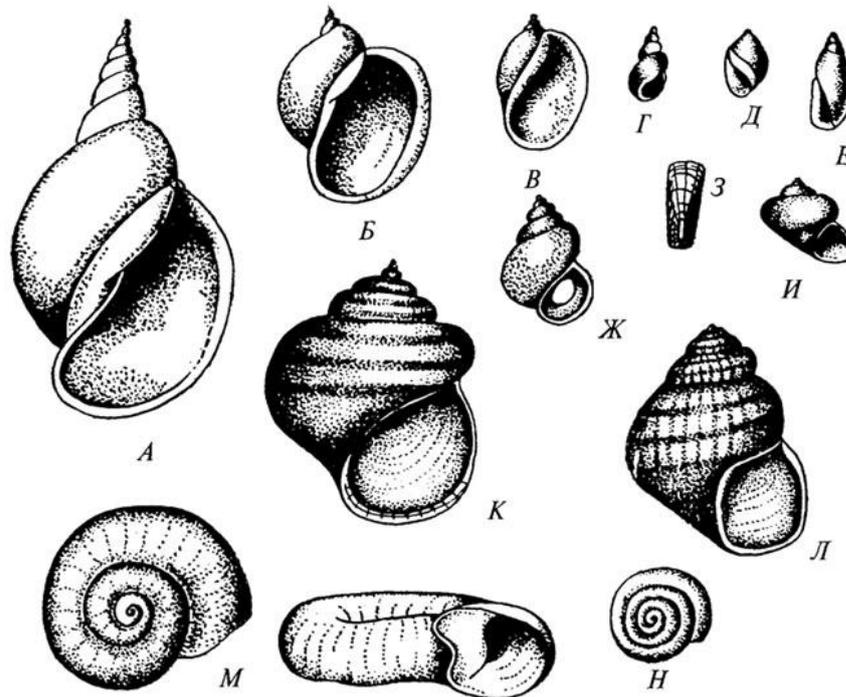


Рис. 9. Раковины пресноводных брюхоногих:  
А – обыкновенный прудовик (*Lymnaea stagnalis*); Б – ушковый прудовик (*Radix auricularia*); В – яйцевидный прудовик (*R. ovata*); Г – малый прудовик (*Galba truncatula*); Д – *Physa fontinalis*; Е – *Aplexa hypnorum*; Ж – *Bithynia tentaculata*; З – *Ancylus lacustris*; И – *Valvata piscina* Us; К – лужанка (*Viviparus concolor*); Л – обыкновенная лужанка (*V. viviparus*); М – роговая катушка (*Planorbis corneus*); Н – *P. Planorbis*

### Материал и оборудование

1. Набор раковин пресноводных брюхоногих моллюсков (обыкновенного и/или ушкового прудовиков, роговой катушки) и виноградной улитки.
2. Ручные лупы, линейки, пинцеты, таблицы с изображениями брюхоногих моллюсков, схемы строения раковин моллюсков.

### Задание

1. Возьмите раковины брюхоногих моллюсков – прудовика и роговой катушки. На раковине прудовика найдите устье и завиток. Подсчитайте число оборотов в завитке. Определите, к какому типу раковин – правыми или левозакрученным – относятся эти экземпляры. Если при взгляде сверху на вершину раковины обороты завитка закручены по часовой стрелке, то раковина правозакрученная, если против часовой стрелки – левозакрученная. Чем отличаются раковины прудовика и катушки?
2. Изучите строение раковины виноградной улитки (*Helix pomatia*): высоту и ширину, устье, вершину, количество и расположение завитков. Определите направление закрученности спиралей завитков. Сравните строение раковины виноградной улитки с другими видами раковин пресноводных моллюсков – обыкновенного прудовика (*Lymnaea stagnalis*) и роговой катушки (*Planorbis corneus*). Найдите сходство и различия в их строении.
3. Рассмотрите и изучите внешнее строение виноградной улитки. Изучите органы, расположенные на голове, туловище, ноге. Зарисуйте внешнее строение виноградной улитки. Обозначьте голову, ногу, туловище, губное и глазное щупальца, мантию, наружное отверстие почки, анальное отверстие, дыхательное отверстие, половое отверстие.
4. Рассмотрите раковины различных видов моллюсков на раздаточном материале, определите их видовую принадлежность и установите систематическое положение. На рис.9 найдите раковины моллюсков, встречающихся в водоемах вашего региона.

### Контрольные вопросы

1. Имеются ли прогрессивные черты организации у моллюсков по сравнению с кольчатыми червями?
2. Как осуществляется годичный прирост раковин брюхоногих моллюсков?
3. Какими двумя типами по направлению закручивания спирали обладают брюхоногие со спиральными раковинами?
4. На какие части подразделяется тело брюхоногих моллюсков и какие функции присущи каждой из них?
5. Где располагаются органы вкуса и органы обоняния у виноградной улитки?
6. Чем представлена вторичная полость тела брюхоногих моллюсков и с какими системами органов она непосредственно связана?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)**

**Цель:** изучить морфофункциональные особенности беззубки, связанные с образом жизни и типом питания

### **Предмет и содержание работы**

**Объект изучения:** двустворчатые моллюски – перловица (*Unio* sp.), беззубка обыкновенная (*Anodonta cygnea*.)

### **Краткие теоритические сведения**

Двустворчатые моллюски имеют раковину, состоящую из двух створок и прикрывающую их тело с боков. Головы нет, а ктенидии превратились в пластинчатые жабры. Тело состоит из туловища и ноги. В передней части туловища находится ротовое отверстие, в задней – анальное. Между ними располагается нога, хотя у некоторых моллюсков она рудиментирована. На нижней поверхности ноги у мидий, дрейссен, устриц и других двустворчатых моллюсков в особом впячивании открывается проток биссусовой железы, которая выделяет нити особого секрета, затвердевающего в воде. При помощи биссусовых нитей эти моллюски прикрепляются к подводным предметам и совершенно неспособны к передвижению в связи с редукцией ноги. Тело двустворчатых моллюсков покрыто мантией, которая свешивается с боков в виде двух мантийных складок. Пространство между мантией и телом называется мантийной полостью, где размещаются нога и жабры. На спинной стороне тела мантийные складки соединяются, а по краю створок раковины заканчиваются свободно. Иногда свободные края мантии снабжены щупальцами и примитивными глазами, как, например, у гребешков. В области задней части раковины края мантии срастаются и образуют два трубковидных выроста – сифоны. По одному из них вода с пищевыми частицами поступает внутрь мантийной полости – вводной сифон, а по другому удаляется из тела моллюска – выводной сифон. Как правило, верхнее отверстие ведет в выводной сифон, а нижнее – в вводной. У моллюсков, обитающих в илистых грунтах, длина сифонов нередко превышает длину тела самих животных. Створки раковины выделяются наружным эпителием мантийных складок. У таких моллюсков как устрицы, одна из створок плотно прирастает к субстрату, у корабельного червя обе створки сильно рудиментированы. На спинной стороне створки раковины соединяются между собой лигаментом и замком. Лигамент состоит из эластического вещества и соединяет створки в виде небольшой поперечной ленты. Замок – соединение створок при помощи отростков спинного края раковины (зубов). Замки могут быть равнозубыми и разнозубыми, в зависимости от количества и величины зубов. Некоторые моллюски, например, беззубка, не имеют замка. Захлопывание и открытие створок осуществляется благодаря мускулам-замыкателям, располагающимся

поперек тела между створками. Эти мышцы образуют один или два плотных мышечных пучка, места прикрепления которых можно определить по специфическим отпечаткам на внутреннем слое раковины. Раковина двустворчатых моллюсков имеет трехслойное строение. Наружный слой раковины (периостракум) образован органическим веществом конхиолином. Под ним располагается ризматический, или фарфоровидный слой (остракум), состоящий из призмочек карбоната кальция, ориентированных перпендикулярно поверхности створок. Внутренний слой раковины называют перламутровым (гипостракум), сформированным чередованием пластинок извести с прослойками конхиолина. Блеск этого слоя объясняется интерференцией световых лучей при прохождении через него. Подстиляется перламутровый слой эпителием мантии, который и выделяет раковину. Пищеварительная система двустворчатых моллюсков представлена передней, средней и задней кишкой. Рот располагается над основанием ноги в передней части тела и имеет по бокам одну или две пары ротовых лопастей. Они покрыты ресничками, благодаря колебаниям которых осуществляется приток воды в мантийную полость. Редукция головы повлекла утрату таких органов пищеварительной системы, как глотка, радула, челюстей и слюнных желез. Рот открывается в короткий пищевод, переходящий в желудок. Вокруг желудка располагается пищеварительная железа, т.н. печень. Внутри желудка на его брюшной стороне помещается кристаллический стебелек в виде прозрачной студенистой палочки. Он выделяет ферменты, обеспечивающие химическую обработку поступающих в желудок пищевых частиц. Средняя кишка начинается от желудка и продолжается в основании ноги, делая там несколько петлеобразных изгибов и направляется к задней части туловища, где переходит в заднюю кишку, пронизывающую насквозь желудочек сердца. Пищеварительная система заканчивается анальным отверстием, которое открывается над задним мускулом-замыкателем. Органами дыхания у двустворчатых моллюсков являются жабры, располагающиеся по бокам ноги и состоящие каждая из двух полужабр: наружной и внутренней. Каждая полужабра образована жаберными нитями, которые связаны между собой соединительнотканными перекладинами. Кровеносная система незамкнутая. Сердце находится на спинной стороне и состоит из желудочка, сквозь который проходит кишка, и двух предсердий. Последние связаны с желудочком особыми отверстиями с клапанами, регулирующими приток крови. Снаружи сердце покрыто перикардием (околосердечной сумкой), представляющим собой остаток целома. Кровь из желудочка сердца по кровеносным сосудам поступает в лакуны паренхимы тела, отдает кислород и движется в жаберные артерии, где окисляется и по жаберным венам течет к предсердиям. Нервная система состоит из трех пар ганглиев. Из-за редукции головы церебральные ганглии слились с плевральными и образовали цереброплевральные, соединяющиеся над глоткой тонкой комиссурой. В ноге находится пара pedalных ганглиев, которые соединены с цереброплевральными ганглиями двумя длинными коннективами. Еще более длинные коннективы идут от цереброплевральных

ганглиев к паре висцеральных (туловищных) ганглиев, лежащих под задним мускулом-замыкателем. Эта пара ганглиев, кроме внутренних органов иннервирует также осфрадии и жабры. Органы чувств у двустворчатых моллюсков развиты слабо. У основания жабр находятся органы химического чувства – осфрадии, а рядом с pedalными ганглиями – двастатоциста (органы равновесия). Головные щупальца и глаза у большинства двустворчатых моллюсков отсутствуют. Иногда органы зрения вторично возникают по всему свободному краю мантии, как у гребешков, или по оторочке сифонов, как у сердцевидок. Осязательные клетки рассеяны в эпителии ротовых лопастей, папиллах вводного сифона и мантии. Органами выделения является пара почек, лежащих по бокам перикардия. Иногда их называют боянусовыми органами (по фамилии профессора Виленского университета, впервые описавшего их в начале XIX века). С одной стороны почки открываются ресничной воронкой в перикардий, а с другой – в мантийную полость. В половом отношении среди двустворчатых моллюсков встречаются как гермафродиты, так и раздельнополые животные. Гонады образованы участком целомического эпителия и иногда разделяются на отдельные мешочки – фолликулы. У одних моллюсков гонады соединены своими выводными каналами с протоками почек, у других открываются самостоятельными половыми отверстиями в мантийную полость. Беззубки раздельнополы, но по внешнему виду отличить самца от самки невозможно. Парная половая железа лежит в верхней части ноги между петлями кишечника и открывается в мантийную полость. Оплодотворение яйцеклеток происходит в мантийной полости моллюска. Из яйца развивается личинка трохофора, превращающаяся в следующую личиночную стадию – парусника, или велигера. Такая личинка имеет вырост тела – парус, служащий для плавания в толще воды. У велигера появляются створки раковины, зачаток ноги, мантия, ганглии, желудок, печень и т.д., но органами выделения являются протонефридии, что говорит о дальнем родстве моллюсков с их червеобразными предками. После некоторого периода планктонной жизни велигер оседает на дно, теряет парус и постепенно превращается в молодого моллюска. Однако у перловиц и беззубок стадия велигера выпадает и развитие происходит иначе. После оплодотворения в жабрах взрослого моллюска из зиготы развиваются личинки глохидии, которые через выводной сифон поступают наружу, где плавают, быстро раскрывая и захлопывая створки. Каждая створка раковинки глохидия на свободном крае снабжена острыми зубцами. От зачаточной ноги свешивается клейкая биссусовая нить, возможно, помогающая личинке моллюска при фиксации. Захлопывание створок осуществляется благодаря наличию непарного мускула-замыкателя. Дальнейшее развитие глохидия происходит только в том случае, если ему удастся встретить рыбу или малька. С помощью биссусовой нити глохидии приклеиваются к плавникам или жабрам рыб и вонзают в них шипы своих створок. На месте внедрения глохидиев развивается специфическая воспалительная реакция. Некоторое время (1-2 месяца) глохидии ведут паразитический образ жизни, питаются кровью и лимфой рыб. По мере роста

глохидии обретают новую раковину с двумя мускулами-замыкателями. Нога видоизменяется, а биссусовая железа исчезает. Выросший маленький моллюск прорывает стенку опухоли, падает на дно и начинает вести свободный образ жизни. Таким образом рыбы способствуют расселению беззубок и перловиц.

Тип – Моллюски (Mollusca) подтип – Раковинные (Conchifera) класс – Двустворчатые, или Пластинчатожаберные (Bivalvia, или Lamellibranchia), отряд – Настоящие пластинчатожаберные (Eulamellibranchia), виды - Беззубка обыкновенная (*Anodonta cygnea*), Перловица (*Unio* sp.).

Цельная раковина двустворчатых моллюсков состоит из двух симметричных половин, соединенных на спинной стороне связкой, или лигаментом из утолщенного рогового вещества (рис. 10,11,12). Состояние лигамента раковины живого моллюска подобно сжатой пружине, постоянное напряжение его направлено на приоткрытие створок раковины. Противоположный край – брюшной. Передняя сторона тупо закруглена, более расширена в сравнении с суженной задней. Выпуклая часть раковины, расположенная чуть впереди лигамента, называется верхушкой или макушкой. У перловицы верхушки имеются на обеих створках. Верхушка считается начальной частью створок, с нее начинается рост раковины. Ежегодный прирост раковины на внешней поверхности створок соответствует годичным овальным слоям, идущим параллельно свободному краю раковины.

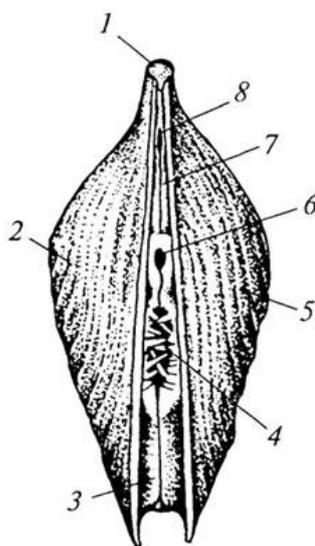


Рис. 10. Внешний вид пресноводного двустворчатого моллюска - перловицы (вид сзади): 1 – лигамент; 2 – левая створка раковины; 3 – брюшные края мантийных складок; 4 – вводящий сифон; 5 – правая створка раковины; 6 – выводящий сифон; 7 – сросшиеся края мантийных складок; 8 – спинное мантийное отверстие

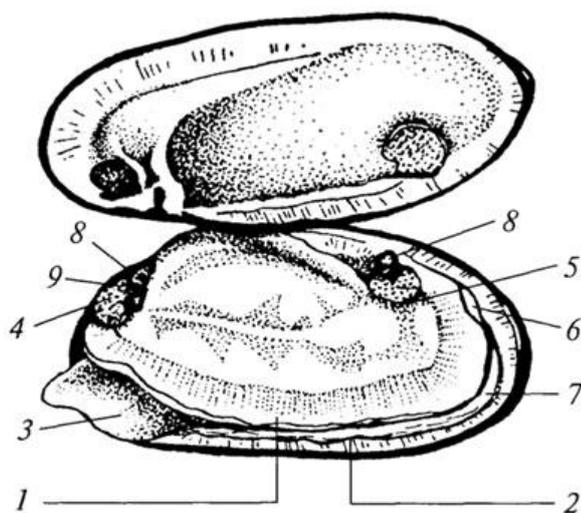


Рис. 11. Перловица с поднятой левой створкой раковины: 1 – складка мантии; 2 – утолщенный наружный край мантии; 3 – нога; 4 – передний замыкательный мускул; 5 – задний замыкательный мускул; 6 – выводной сифон; 7 – вводной сифон; 8 – мускулы-ретракторы; 9 – мускул-протрактор

По толщине раковина беззубки значительно уступает перловице. По размерам наблюдается противоположная картина. Длина раковины перловицы колеблется в пределах 6 - 10 см, беззубки обыкновенной - более 16 см. С внутренней стороны раковин на небольшом расстоянии от брюшного края заметен след прикрепления мантии. Раковина перловицы в отличие от раковины беззубки снабжена замком. Замок представляет собой углубления и выступы, расположенные по спинному краю створок. Он обеспечивает прочность смыкания створок, препятствует их смещению по отношению друг к другу. При этом зубцы, или выступы, одной створки фиксируются в углублении между зубцами другой. На внутренней поверхности створок у переднего и заднего краев видны следы прикрепления двух мускулов-замыкателей. Одновременное сокращение мускулов притягивает створки. В расслабленном состоянии мышцы-замыкатели не препятствуют раскрытию створок раковины, осуществляемому лигаментом.

Для изучения органов мантийной полости необходимо удалить одну из створок раковины беззубки, а затем мантийную складку, для чего фиксированного моллюска поместите на ладонь левой руки, ориентируя брюшной край створок к себе. Кончик скальпеля введите в узкую щель между краями брюшных створок и осторожно ведите его к переднему концу раковины, разрезая передний мускул-замыкатель.

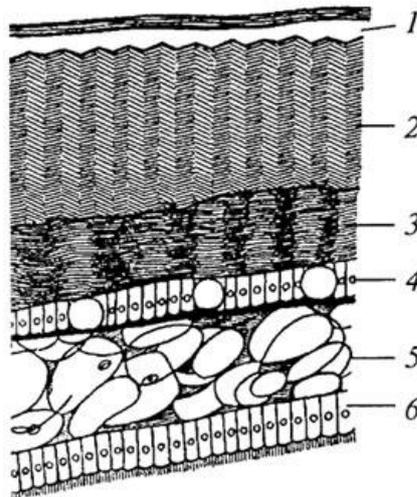


Рис. 12. Разрез через раковину и мантию беззубки: 1 – конхиолиновый слой; 2 – фарфоровидный, или призматический, слой; 3 – перламутровый слой; 4 – эпителий наружной поверхности мантии; 5 – соединительная ткань мантии; 6 – эпителий внутренней поверхности мантии

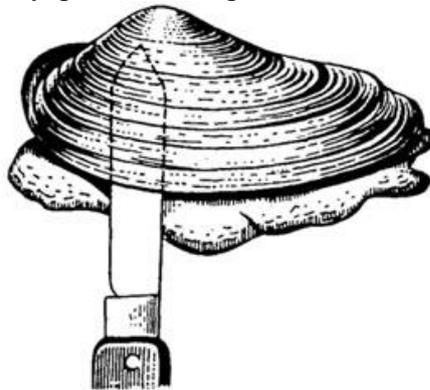


Рис. 13. Вскрытие раковины (перерезка замыкательных мышц)

Переверните на ладони моллюска на  $180^\circ$ , вновь введите кончик скальпеля в образовавшуюся щель на брюшной стороне створок и осторожно, чтобы не повредить мягкие части тела, ведите скальпель к заднему мускулу-замыкателю, перерезая его. Створки раковины при этом приоткроются. Процесс вскрытия раковины с помощью скальпеля и перерезка мускулов-замыкателей изображены на рис. 13. Для дальнейшего изучения тело моллюска выньте из раковины, поместите в кювет на правую сторону, закрепив булавками мышечную ногу. Тело сверху покрыто тонкой мантией. Мантия как покрывало облегает животное со спинной стороны и с двух сторон свешивается в мантийную полость. Край мантии по линии пучка мышечных волокон, расположенных на ней, срастается с краем створки раковины. При благоприятных условиях среды брюшные края мантии наращивают раковину. У беззубки и перловицы на заднем конце тела в момент смыкания створок образуются отверстия сифонов - жаберного и клоакального.

Мантию обрежьте ножницами по границе срастания ее со спинной стороной тела. Мускулистая нога имеет клиновидную форму с заостренным краем, снаружи покрыта мерцательным эпителием. Выдвижение ноги наружу

и выпячивание ее обратно осуществляется с помощью специальных мышц протракторов и ретракторов, расположенных вблизи мускулов-замыкателей. Органы дыхания моллюсков - жабры. Жабры пластинчатой формы, свисают со спинной стороны в мантийную полость по обеим сторонам ноги. Каждая жабра состоит из двух половинок. Такие жабры называют полужабрами. Полужабры одной стороны тела – внутренняя и внешняя – состоят из двойных решетчатых пластинок и покрыты мерцательным эпителием. В целях изучения строения полужабр необходимо каждую из них приподнять пинцетом и отвернуть на спинную сторону.

Обе пластинки каждой полужабры по дистальному краю сращены между собой, а внутренняя пластинка полужабры на значительном участке срастается у основания ноги. Вода втягивается в мантийную полость в результате работы ротовых лопастей и синхронного колебания ресничек мерцательного эпителия органов мантийной полости. Вода омывает поперечные и продольные жаберные перемычки, поднимается вверх к спинной стороне и попадает в наджаберные каналы, находящиеся у основания полужабр. В задней части ноги наджаберные каналы попарно сливаются, образуя непарный отводящий канал, связанный с клоакальной камерой.

На переднем конце тела у верхнего края ноги, граничащего с мускулом-замыкателем, находится ротовое отверстие, с обеих сторон обрамленное ротовыми лопастями.

Для изучения внутренних органов тело моллюска разрезают скальпелем или маленькими ножницами от ротового отверстия до желудка, затем мускулистую ногу вдоль.

Для исследования сердца моллюска тело животного фиксируют в ванночке спинной стороной вверх и закрепляют ко дну булавками. Пинцетом приподнимают спинную поверхность мантии, ножницами срезают ее и удаляют. Околосердечная сумка хорошо просматривается на спинной стороне, стенки ее прикрывают двусторонне-симметричное сердце (рис. 14). Разрезав стенку перикардия, рассматривают мускулистый желудочек сердца вытянутой грушевидной формы.

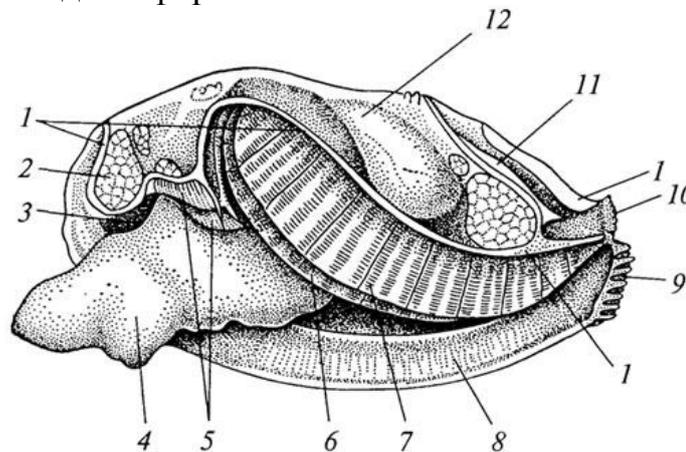


Рис. 14. Анатомия беззубки *Anodonta*, раковина и левая мантия удалены: 1 – линия, по которой обрезана мантия; 2 – передний мускул-замыкатель; 3 – рот; 4 – нога; 5 –

ротовые лопасти; 6 – левая внутренняя полужабра; 7 – левая наружная полужабра; 8 – правая мантия; 9 – жаберный сифон; 10 – клоакальный сифон; 11 – задняя кишка; 12 – перикардий

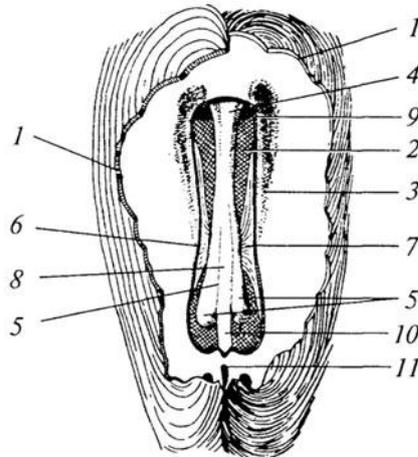


Рис. 15. Часть кровеносной системы беззубки (вид со спинной стороны, перикардиальная полость вскрыта): 1 - линия разреза перикардия; 2 - околосердечный синус; 3 - стенка перикардия; 4 - передняя аорта; 5 - желудочек сердца; 6, 7 - левое и правое предсердия; 8 - дно желудочка; 9 - отверстие, ведущее в почки (нефростомы); 10- кишка; 11 - спинное мантийное отверстие

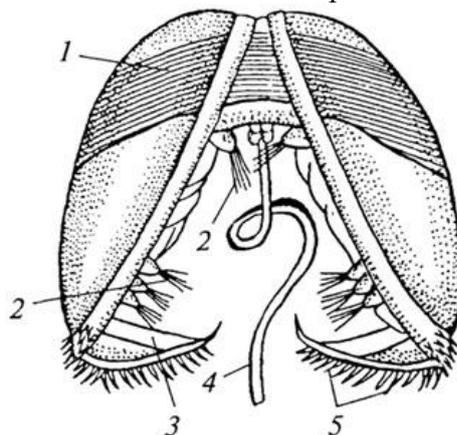


Рис. 16. Глохий беззубки: 1 – мускул-замыкатель; 2 – чувствующие щетинки; 3 – зубец раковины; 4 – нить биссуса; 5 – краевые зубчики на зубце раковины

Более узкий конец желудочка направлен к переднему концу тела. С обеих сторон к нему примыкают слабозаметные предсердия треугольной формы. Предсердия имеют очень тонкие стенки и легко разрушаются. Вот почему при вскрытии их увидеть практически невозможно (рис. 15).

Выделительная система двустворчатых состоит из двух метанефридиальных почек и перикардиальных желез. Почки располагаются под перикардием, на спинной стороне у основания жабр по обеим сторонам ноги и имеют V-образную форму с углом, направленным назад.

Половая система беззубки представлена двумя гонадами, расположенными в передней части тела в основании ноги. Они имеют вид дольчатых гроздевидных образований, хорошо просматриваемых в паренхиме ноги с удаленной поверхностью. В целях изучения Глохий - личинки беззубок, развиваются из яиц, отложенных на жабрах. Весной

зрелые глохидии покидают материнский организм, и дальнейшее их развитие связано с эктопаразитизмом на рыбах (рис. 16). Глохидии обладают мускулами-замыкателями створок раковины и биссусной железой. Раковины глохидии состоят из двух створок треугольной формы с острыми зубцами посередине створок. Биссусная нить железы и острые зубцы раковины служат орудиями прикрепления к наружным покровам хозяев.

### **Материал и оборудование**

1. Фиксированные беззубки и перловицы, их раковины.
2. Микроскопы, ручные лупы, препаровальные ванночки, набор инструментов для вскрытия, булавки, предметные и покровные стекла, пипетка.

### **Задание**

1. Рассмотрите внешнее строение цельных раковин двустворчатых моллюсков - перловицы (*Unio* sp.) и беззубки обыкновенной (*Anodonta cygnea*). Изучите визуально и с помощью ручной лупы размеры, форму, цвет, годичные кольца, наличие слоев, место соединения раковин - лигамент, передний и задний концы, место расположения жаберного и клоакального сифонов. На внутренней поверхности раковин рассмотрите перламутровый слой - его цвет и свойство отражать дневной свет, места прикрепления мускулов-замыкателей и мантии. На створках перловицы изучите строение замка. Рассмотрите и изучите микроскопическое строение стенки раковины двустворчатых моллюсков на поперечных шлифах при малом увеличении микроскопа. Зарисуйте внешнее строение раковины беззубки. Обозначьте лигамент, правую и левую створки, брюшные края мантийных складок, вводный и выводный сифоны, сросшиеся края мантийных складок, спинное мантийное отверстие.
2. Рассмотрите органы мантийной полости двустворчатого моллюска. Изучите строение ротового отверстия и находящиеся по его краям лопасти, клиновидную мускульную ногу, расположение и строение жабр, мантии, мышц-замыкателей, лигамента, клоакального и жаберного сифонов. Зарисуйте органы мантийного комплекса. Обозначьте рот, ротовые лопасти, ногу, передний и задний мускулы-замыкатели, левую внутреннюю полужабру, левую наружную полужабру, вводной и выводной сифоны, заднюю кишку, перикардий.
3. Рассмотрите и изучите расположение и строение пищеварительной системы - короткий пищевод, желудок с трубчатой печенью, среднюю кишку, образующую несколько петель в мускулистой ноге, заднюю кишку, пронизывающую желудочек сердца моллюска, сердце, почки, половую систему.
4. Заполните сравнительную таблицу №1

Таблица 1. Черты сходства и различия представителей разных классов типа Моллюски

Элементы сравнения	Беззубка	Виноградная улитка
Симметрия тела		
Тело состоит из ...		
Органы дыхания. Строение, расположение		
Тип нервной системы. Основные нервные ганглии, их расположение		
Отделы пищеварительной системы. Железы, относящиеся к ней		
Строение сердца и его расположение		
Выделительная система. Строение, расположение		
Половая система. Строение, расположение		
Название и расположение органов равновесия		
Развитие прямое или с метаморфозом (название личинки)		
Характеристика места обитания		

### Контрольные вопросы

1. В чем сходство и отличия раковин беззубки и перловицы?
2. Чем и как питаются двустворчатые моллюски?
3. Как растут раковины моллюсков?
4. Где обитают и как передвигаются беззубки по дну водоема?
5. Какое приспособление имеет перловица, исключающее возможность смещения створок раковины относительно друг друга, и каков принцип его действия?
6. Каково строение жабр у беззубки?
7. Каков механизм, обеспечивающий поступление воды в жаберную полость?
8. Назовите морфологические отличия в строении жабр у первично-жаберных и жаберных моллюсков.
9. Где располагается и какое строение имеет сердце беззубки?
10. Чем представлена выделительная система пластинчатожаберных, каковы ее строение и расположение?
11. Личинки какого вида пресноводного двустворчатого моллюска не паразитируют на теле рыб?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по анатомии и морфологии растений: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.П. Викторов, М.А. Гуленкова, Л.Н. Дорохина и др.; Под ред. Л.Н. Дорохиной. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 176 с.
2. Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С. и др. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 543 с.
3. Лотова Л.И. Строение растительной клетки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 32 с.
4. Гуртовой Н.Н., Матвеев Б.С., Дзержинский Ф.Я. Практическая зоология позвоночных. Земноводные, пресмыкающиеся. - М.: Высшая школа, 1978. - 407 с.
5. Лукьянцев С. В., Бабенко А.С. Пособие для практических занятий по зоологии беспозвоночных: учебное пособие. – Томский госуниверситет – Томск, 2005 – 58с.
6. Романенко В.Н. Почвенная зоология: Учебное пособие. – Томск, 2009. –159 с.
7. Шапкин В.А., Тюмасева З.И., Машкова И.В. и др. Практикум по зоологии беспозвоночных: Учебное пособие для вузов. – М.: Академия, 2003. 208 с.