

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГИДРОБИОЛОГИЯ И ИХТИОЛОГИЯ

Направление подготовки/специальность: 06.04.01 Биология

Направленность/специализация: Водные биоресурсы и аквакультура

Квалификация выпускника: магистр биологии

**Кострома
2021**

Рабочая программа дисциплины Гидробиология и ихтиология разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2020 г. N 934 (Зарегистрирован в Минюсте России 28 августа 2020 г. N 59532)

Разработал: (ФИО), должность, ученая степень, ученое звание

Сиротина Марина Валерьевна, зав. каф. биологии и экологии, д.б.н., доцент

Рецензенты: (ФИО), должность, организация

*Плотников Андрей Анатольевич, канд. с.-х. наук, директор департамента АПК
Костромской области*

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры биологии и экологии, осуществляющей выпуск по образовательной программе: 06.04.01 Биология (уровень магистратуры).

Протокол заседания кафедры № 7 от 25 января 2021 г.

Заведующий кафедрой биологии и экологии, осуществляющей выпуск по образовательной программе: *Сиротина Марина Валерьевна, зав. каф. биологии и экологии, д.б.н., доцент*

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний о разнообразии гидробионтов и об основных закономерностях организации и функционирования водных экосистем Земли, вопросах состояния среды и рационального использования водных биоресурсов

Задачи дисциплины:

1. Сформировать у студентов понятия: о гидросфере, как среде жизни, о пресных и морских водоёмах Земли, об особенностях физических и химических свойств воды, как среды обитания гидробионтов.

2. Изучить основные жизненные формы гидробионтов и экологические основы их жизнедеятельности.

3. Рассмотреть структуру, особенности организации и динамику популяций гидробионтов, особенности функционирования гидробиоценозов.

4. Сформировать понятия о структуре и функционировании гидроэкосистем и экологических основах их рационального освоения.

5. Рассмотреть экологические аспекты охраны водных экосистем.

6. Сформировать у студентов способность организовывать и проводить мониторинг среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенции:

ПК-1 Способен организовывать и проводить мониторинг среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям в соответствии со стратегией развития технологических процессов управления водными биоресурсами и объектами аквакультуры;

ПК-2 Способен понимать принципы устойчивости водных экосистем, пути их изменения под влиянием антропогенных факторов, вопросы состояния среды и рационального использования водных биоресурсов и объектов аквакультуры

Код и содержание индикаторов компетенции:

ПК-1:

1.1. Обладает теоретическими и практическими знаниями гидробиологии, закономерностей формирования, функционирования и разнообразия водных биоресурсов

1.2. Способен проводить сбор и камеральную обработку гидробиологических проб в соответствии со стандартными методами для мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям

1.3. Выполняет оценку качества воды по гидробиологическим показателям

ПК-2

2.1. Проводит оценку антропогенного воздействия на водные экосистемы по гидробиологическим показателям, анализирует последствия хозяйственной деятельности на водные объекты

2.2. Выявляет факторы антропогенного воздействия на водные экосистемы по результатам мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основы классификации водоемов Земли;
- физико-химические условия существования гидробионтов;
- жизненные формы гидробионтов;

- экологические основы жизнедеятельности гидробионтов;
- структуру и функциональные особенности популяций гидробионтов;
- воспроизводство и динамику популяций гидробионтов;
- структуру и функционирование гидробиоценозов;
- структурные и функциональные особенности водных экосистем;
- экологические основы охраны гидросферы;
- значение биоразнообразия для устойчивости биосферы

уметь:

- пользоваться гидробиологической терминологией;
- оценивать состояние водных экосистем и перспектив их развития;
- демонстрировать экологически грамотное поведение в быту и в природе;
- эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;
- использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации биологических объектов;
- проводить сбор и камеральную обработку гидробиологических проб в соответствии со стандартными методами для мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов по гидробиологическим показателям

владеть:

- методами биоиндикации водных экосистем;
- методами гидробиологического анализа.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к *Части, формируемой участниками образовательных отношений* учебного плана.

Изучается в 2, 3 семестре(ах) обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

Структура и функционирование водных экосистем

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

базируются на изучении данной дисциплины: Мониторинг водных биоресурсов и аквакультуры, Основы управления водными ресурсами, Ихтиопатология, Ихтиопаразитология, Антропогенное воздействие на водные экосистемы, Основы управления водными ресурсами

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	6		
Общая трудоемкость в часах	216		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	76		
Лекции	28		
Практические занятия	48		
Лабораторные занятия			
Практическая подготовка			
Самостоятельная работа в часах	98,4		
Форма промежуточной аттестации	Зачет, экзамен		

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	28		
Практические занятия	48		
Лабораторные занятия			
Консультации	2,0		
Зачет/зачеты	0,25		
Экзамен/экзамены	0,35		
Курсовые работы	3		
Курсовые проекты			
Практическая подготовка			
Всего	81,6		

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Введение в гидробиологию	6,4	2			4,4
2	Водоёмы Земли и их население. Жизненные формы гидробионтов	14	2	8		4
3	Питание гидробионтов	10	2	2		6
4	Водно-солевой обмен гидробионтов	10	2	2		6
5	Дыхание гидробионтов	12	2	2		8
6	Рост, развитие и энергетика гидробионтов	12	2	2		8
7	Структура и функциональные особенности популяций гидробионтов	12	2			10
8	Фитопланктон	18	2	6		10
9	Водные растения	18	2	6		10
10	Зоопланктон	18	2	6		10
11	Бентос	18	2	6		10
12	Ихтиология	26	6	8		12
	Итого:	174,4	28	48		98,4

5.2. Содержание:

Введение в гидробиологию

Гидросфера, как среда обитания гидробионтов. История возникновения и становления гидробиологии как самостоятельной науки: 17 век (Варениус, ван Левенгук), 18 век (де Дулье,

Сосюр); 19 век (Лесли, Де ла Беш, Де Кандолль, Мюллер, Кон, Гензен), развитие гидробиологии в 20 веке. Предмет, цель, задачи и методы гидробиологии. Основные направления гидробиологии. Современная гидробиология, как наука о закономерностях функционирования водных экосистем. Основные принципы и понятия гидробиологии. Гидросфера.

Водоёмы Земли и их население. Жизненные формы гидробионтов

Население гидросферы. Мировой океан и его население. Континентальные водоёмы и их население. Особенности населения рек и эстуариев. Население озёр, болот и искусственных водоёмов. Подземные воды и их население.

Основные жизненные формы гидробионтов. Первичноводные и вторичноводные организмы.

Планктон. Классификация организмов планктона. Приспособления к планктонному образу жизни. Особенности распределения планктона в водоёмах. Цикломорфоз. Методы исследования планктона.

Нейстон и приспособления к нейстонному образу жизни. Эпинеuston и гипонейстон. Особенности условий обитания.

Бентос. Размерные группы и экологические группы бентосных организмов. Приспособления к бентосному образу жизни. Движение бентосных форм, их миграции, расселение. Методы исследования бентоса.

Перифитон. Состав перифитона континентальных водоёмов. Основные закономерности формирования сообществ. Проблема борьбы с обрастанием.

Нектон. Особенности распределения нектонных организмов. Приспособления к пелагическому образу жизни. Пелагобентос.

Питание гидробионтов

Кормовые ресурсы гидросферы. Пищевые взаимоотношения водных организмов. Классификация водных организмов в зависимости от характера питания. Способы добывания пищи. Особенности питания водных животных: фильтрация как специфический для водной среды тип питания. Спектры питания и пищевая избирательность. Понятия монофагии, полифагии и стенофагии. Кормовые ресурсы, кормовая база и кормность водоёмов.

Водно-солевой обмен гидробионтов

Защита от обсыхания и выживаемость в высохшем состоянии. Защита от осмотического обезвоживания и обводнения. Соленость. Солевой состав природных вод. Классификация водоемов по солености: пресные бассейны, солоновато-водные бассейны, морские водоемы, гипергалинные водоемы. Эвригалинные и стеногалинные организмы. Водно-солевой обмен у гидробионтов, их способность к его регуляции. Пойкилоосмотические и гомойосмотические организмы. Критическая соленость.

Дыхание гидробионтов

Содержание растворенных газов. Количество и соотношение газов, растворенных в воде. Кислород, источники его образования и стратификация. Дыхание гидробионтов (водное, атмосферное). Заморные явления. Адаптация гидробионтов к обитанию в условиях дефицита кислорода. Углекислый газ, его роль в водоемах. Сероводород, источники его образования и влияние на гидробионтов.

Рост, развитие и энергетика гидробионтов

Рост и формы роста. Развитие, формы и продолжительность развития. Энергетика роста и развития. Интенсивность трансформации энергии. Эффективность использования пищи и энергии. Энергобаланс особей.

Структура и функциональные особенности популяций гидробионтов

Биологическое значение популяции. Понятие величины и плотности популяции. Хорологическая структура популяции. Возрастная, половая и генеративная структура. Внутрипопуляционные отношения. Конкуренция и биохимическое ингибирование. Продукция органического вещества и трансформация энергии.

Динамика популяций (суточная, сезонная, годовая). Рождаемость, формы и ритмы размножения, плодовитость. Смертность и выживаемость. Рост популяций.

Фитопланктон

Экологические группы водорослей Фитопланктон. Приспособления водорослей к обитанию в толще воды. Размножение водорослей. Систематика водорослей. Прокариотические водоросли. Диатомовые водоросли. Зеленые и эвгленовые водоросли. Красные и бурые водоросли. Пирофитовые и харовые водоросли. Выбор станций отбора проб. Отбор количественных проб фитопланктона. Отбор качественных проб фитопланктона. Консервирование проб фитопланктона. Основные фиксаторы фитопланктонных проб. Их достоинства и недостатки. Особенности этикетирования фитопланктонных проб. Методы концентрирования проб фитопланктона. Осадочный метод концентрирования фитопланктона. Фильтрационный метод концентрирования фитопланктона. Метод центрифугирования фитопланктонных проб. Камеры для микроскопического исследования фитопланктонных проб. Правила просмотра камер для подсчета водорослевых клеток. Расчет численности фитопланктона при исследовании количественных проб. Определение биомассы фитопланктона. Продукция фитопланктона. Валовая и чистая продукция. Методы определения первичной продукции фитопланктона. Факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза. Значение зеленых растений для биосферы. Факторы, влияющие на развитие водорослей. Роль водорослей в жизни человека. Отрицательная роль водорослей. Роль водорослей в природе. Фитобентос, перифитон.

Водные растения

Определения «макрофиты» и «водные растения». Особенности размножения водных растений. Экологические группы растений водоемов. Методика изучения водной растительности. Описание растительности. Флористический состав. Обилие, численность, проективное покрытие. Фенологические наблюдения. Вертикальная и горизонтальная структура фитоценоза. Картирование растительности. Гербаризация водных растений (приспособления для сбора, сушка, монтировка, определение, правила пользования гербарием). Фитомасса и продукция фитоценоза. Рыбы-эврифаги, в питании которых присутствуют водные растения. Основные виды макрофитов, рекомендуемых для использования в очистке воды. Фитофильтрационные свойства водных растений. Бактерицидные свойства водных растений. Противотермическое и противозероизонное значение макрофитов. Биоплато: устройство, основные типы, преимущества перед традиционными очистными сооружениями. Вторичное загрязнение водоемов. Возможность использования водных растений в промышленности и сельском хозяйстве. Экологические адаптации водных растений к среде обитания. Основные факторы, влияющие на формирование водной растительности. Основные функции водных растений в водоемах. Роль водных растений в жизни околводных птиц и животных. Роль водных растений в самоочищении воды природных водоемов. Индикаторное значение прибрежно-водных растений. Методы управления развитием водной растительности в водоемах.

Зоопланктон

Состав зоопланктона. Протозойный зоопланктон. Коловратки. Систематика, особенности строения, приспособления к среде обитания. Ветвистоусые рачки. Систематика, особенности строения, приспособления к среде обитания. Веслоногие рачки. Систематика, особенности строения, приспособления к среде обитания. Обработка пробы, работа с определителями.

Бентос

Пиявки (внешняя морфология, систематика). Олигохеты (внешняя морфология, систематика). Моллюски (внешняя морфология, систематика), характеристика двух классов: брюхоногих и двустворчатых моллюсков. Личинки насекомых (внешняя морфология, систематика), характеристика отрядов: стрекоз, поденок, жуков, двукрылых, ручейников. Основные представители бентоса Костромской области. Более подробно рассматривается строение личинок комаров звонцов (хинономид).

Ихтиология

Основные черты организации рыб как водных животных. Обусловленность формы тела,

соотношения его частей, условиями обитания, биологией. Основные типы движения рыб. Морфо-анатомические особенности рыб Скелет и мышечная система, электрические органы рыб и их биологическое значение. Строение и функции плавников. Сердечно-сосудистая, эндокринная, воспроизводительная и нервная система. Органы пищеварения, дыхания, выделения. Водно-солевой обмен. Особенности строения кожи рыб, кожные железы и их функции, чешуя. Окраска рыб, ее биологическое значение. Ядовитые железы. Ядовитые и ядоносные рыбы. Органы свечения. Органы чувств. Плавательный пузырь.

Влияние на рыб абиотических факторов. Экологические группы рыб в зависимости от места обитания. Влияние термического режима водоемов на биологические процессы у рыб, их распределение и поведение. Роль солености воды в жизни рыб. Значение биогенов, солей тяжелых металлов и радиоактивного загрязнения в жизни рыб. Значение для рыб растворенных в воде газов. Роль движения водных масс в жизни рыб. Роль света, звуков и электрических полей в жизни рыб.

Биотические взаимоотношения рыб. Внутривидовые взаимоотношения рыб. Стаеобразование и стайное поведение рыб, биологическое значение стаи. Межвидовые взаимоотношения у рыб. Взаимоотношения рыб с беспозвоночными и позвоночными животными: простейшими, жгутиковыми, корненожками, споровиками, кишечнополостными, червями, моллюсками, ракообразными, насекомыми, иглокожими, земноводными, пресмыкающимися, птицами и млекопитающими.

Жизненный цикл рыб. Периоды жизненного цикла рыб. Этапность развития (теория В.В. Васнецова). Критические периоды в развитии рыб. Циклические изменения, их связь с онтогенезом.

Размножение рыб Способы размножения рыб. Гермафродитизм. Половой диморфизм. Сроки размножения. Процесс созревания половых продуктов, стадии зрелости, их продолжительность. Экологические группы по нерестовому субстрату. Форма, размер и строение икринок различных экологических групп рыб. Плодовитость рыб.

Возраст и рост рыб Продолжительность жизни и размеры рыб. Особенности роста рыб: изменение в онтогенезе, по сезонам, популяционные и индивидуальные различия. Влияние на рост рыб абиотических и биотических факторов. Приспособительное значение роста.

Питание рыб. Экологические группы рыб по характеру питания. Спектр питания. Избирательная способность в питании. Возрастные, локальные, суточные изменения питания. Интенсивность питания и ее динамика.

Миграции рыб. Классификация миграций рыб. Понятие о миграционных циклах. Причины миграции, миграционный импульс. Влияние абиотических и биотических факторов на миграции. Суточные вертикальные миграции.

5.3. Практическая подготовка *нет в наличии*

Код, направление, направленность	Наименование дисциплины	Количество часов дисциплины, реализуемые в форме практической подготовки							
		Всего	Семестр 1			Семестр ..			
			Лекции	Пр.зан.	Лаб.р.	

Код компетенции	Индикатор компетенции	Содержание задания на практическую подготовку по выбранному виду деятельности	Число часов практической подготовки			
			Всего	Лекции	Практ. Занятия	Лаб.раб

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания (при необходимости)	Форма контроля
1.	Введение в гидробиологию	Подготовьте конспект «Основные вехи развития гидробиологии»	4,4	1.Ознакомиться с теоретическим материалом по учебной литературе и составить конспект «Основные вехи развития гидробиологии». 2.Рассмотреть слайд-презентацию «Введение в гидробиологию».	Проверка конспекта
2.	Водоемы Земли и их население. Жизненные формы гидробионтов.	Подготовьте реферат на одну из предложенных тем: 1.Органы движения низших планктонных ракообразных. 2.Органы движения коловраток. 3.Приспособления к сохранению взвешенного состояния в воде у личинок насекомых. 4.Приспособления к сохранению взвешенного состояния в воде у водорослей. 5.Приспособления усоногих раков к обитанию на субстрате. 6.Закапывающиеся	4	1.Изучить теоретический материал по учебной литературе. 2.Ознакомиться со слайд-презентацией. 3.Рассмотреть представителей различных экологических групп гидробионтов и отметить в альбоме для лабораторных работ их адаптации к окружающей среде (Планктон: живые и фиксированные организмы фито- и зоопланктона, медузы. Бентос: двустворчатые моллюски, трубочник, личинки хирономид. Нектон: макропрепараты рыб, головоногих моллюсков. Перифитон: губки, мшанки, дрейссена. Нейстон: водомерки, жуки-вертячки, подуры. Пелагобентос: высшие раки, рыбы.) 4.Подготовить реферат на одну из предложенных тем	Защита реферата

		<p>организмы на примере личинок комаров-звонцов.</p> <p>7. Ветвистоусые рачки <i>Scapholeberis</i>, как представители нейстоны.</p>			
3.	Питание гидробионтов.	<p>Подготовить реферат на одну из предложенных тем:</p> <p>1. Пищевая избирательность у низших раков-фильтраторов.</p> <p>2. Моллюски – детритофаги.</p> <p>3. Методы оценки избирательности питания.</p> <p>4. Засадчики морских и пресных водоёмов.</p> <p>5. Фильтрационный способ питания как специфичный для гидробионтов</p>	6	<p>1. Изучить теоретический материал по учебной литературе.</p> <p>2. Выполнить лабораторную работу: – рассмотреть работу фильтрационного аппарата дафнии; – зарисовать грудные конечности дафнии; – вскрыть двустворчатого моллюска (перловица, беззубка); – зарисовать строение и схему работы фильтрационного аппарата двустворчатого моллюска.</p> <p>3. Подготовить реферат на одну из предложенных тем</p>	Защита реферата
4.	Водно-солевой обмен гидробионтов	<p>Подготовить реферат на одну из предложенных тем:</p> <p>1. Механизм адаптации у жаброногого рачка <i>Artemia</i> на изменение солёности воды.</p> <p>2. Население в рассольных</p>	6	<p>1. Изучить теоретический материал по учебной литературе.</p> <p>2. Ознакомиться со слайд-презентацией «Гидробиология».</p> <p>3. Подготовить реферат на одну из предложенных тем.</p>	Защита реферата

		водоемах.			
5.	Дыхание гидробионтов	Подготовить реферат на одну из предложенных тем: 1. Кожное дыхание. 2. Дыхание при помощи жабр. 3. Способы дыхания водных насекомых. 4. Гидробионты с лёгочным дыханием.	8	1. Изучить теоретический материал по учебной литературе. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией. 3. Выполнить лабораторную работу: рассмотреть и зарисовать строение разных типов жаберного аппарата: у рыб, наружные жабры головастика, аксолотля, листовидные придатки личинок подёнок. 4. Подготовить реферат на одну из предложенных тем.	Защита реферата
6.	Рост, развитие и энергетика гидробионтов	Подготовка к проверочной работе	8	1. Изучить теоретический материал по учебной литературе. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией	Проверка выполнения проверочной работы
7.	Структура и функциональные особенности популяций гидробионтов	Изучить теоретический материал по учебной литературе. Ознакомиться со слайд-презентацией.	10	1. Изучить теоретический материал по учебной литературе. 2. Ознакомиться со слайд-презентацией	Устный опрос на занятии.
8.	Фитопланктон	Изучить методы обработки фитопланктонных проб.	10	1. Изучить теоретический материал по учебной литературе. 2. Определение биомассы фитопланктона. 3. Определение продукции фитопланктона.	Проверка выполнения лабораторной работы.
9.	Водные растения	Изучить виды макрофитов и методы гербаризации водных растений.	10	1. Изучить основные виды макрофитов, рекомендуемых для использования в очистке воды. 2. Фитофильтрационные свойства водных растений. Бактерицидные свойства водных растений. 3. Противотермическое и противозероизонное	Проверка выполнения лабораторной работы.

				значение макрофитов. 4. Гербаризация водных растений: приспособления для сбора, сушка, монтировка, определение, правила пользования гербарием.	
10.	Зоопланктон	Изучить теоретический материал по учебной литературе.	10	Подготовить рефераты по темам: 1. Протозойный зоопланктон. 2. Коловратки. 3. Ветвистоусые рачки. 4. Веслоногие рачки.	Защита реферата
11.	Бентос	Изучить теоретический материал по учебной литературе.	10	Подготовить сообщение на тему: состав бентоса водоёмов и водотоков Костромской области	Защита реферата
12	Ихтиология	Изучить теоретический материал по учебной литературе.	12	Продолжительность жизни и размеры рыб. Особенности роста рыб: изменение в онтогенезе, по сезонам, популяционные и индивидуальные различия. Влияние на рост рыб абиотических и биотических факторов. Приспособительное значение роста.	Защита реферата

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Лабораторно-практическая работа 1 ВОДНАЯ СРЕДА ЖИЗНИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НЕЙ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Цель работы: познакомиться с влиянием факторов среды на гидробионтов, выявить особенности приспособлений к условиям существования в водной среде.

Оборудование и раздаточный материал: фиксированные гидробионты разных экологических групп, гербарные образцы.

Порядок выполнения работы

Задание 1. На рисунке 1 укажите вертикальную зональность с протяженностью зон, выделив зоны для толщи воды – по вертикали и для дна моря – в зависимости от крутизны спуска и глубины:

эпипелигеаль, батипелагиаль, абиссопелагиаль, ультраабиссопелагиаль, пелагиаль, бенталь, литораль, сублитораль, супралитораль, псевдоабиссаль, батиаль, абиссаль, ультраабиссаль, океаническая зона, материковая отмель, материковый склон, океаническое ложе, неритическая зона, океаническая зона.

Задание 2. Раскройте экологические различия выделенных зон. Ответ запишите в рабочей тетради.

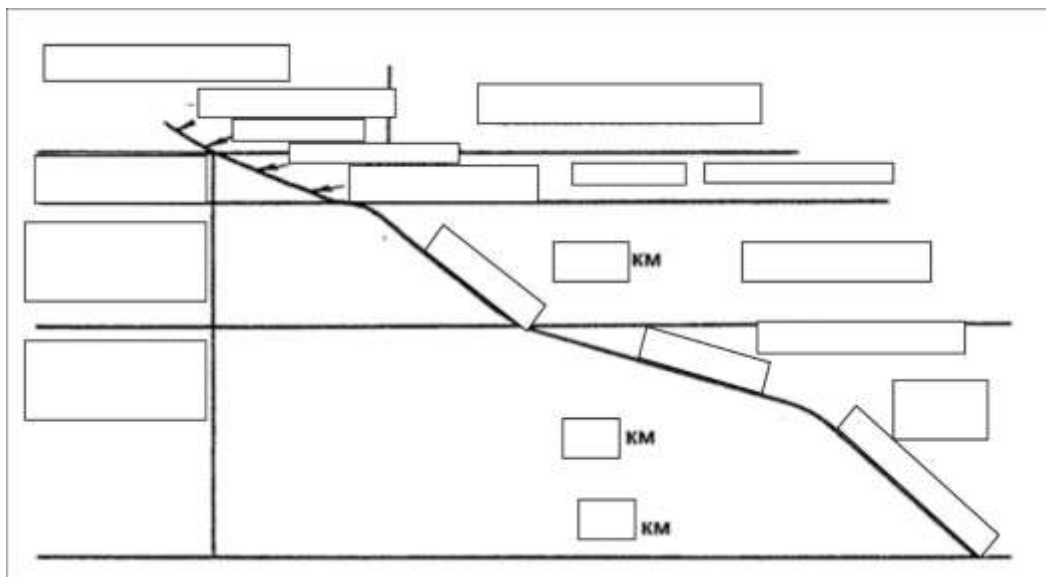


Рис. 1. Вертикальная зональность моря по А. С. Константинову [11]

Задание 3. Рассмотрите гидробионтов, принадлежащих к разным экологическим группам (рис. 2), опишите их адаптации к обитанию в различных биотопических участках водоемов. Приведите примеры типичных представителей экологических групп. Заполните таблицу 1.

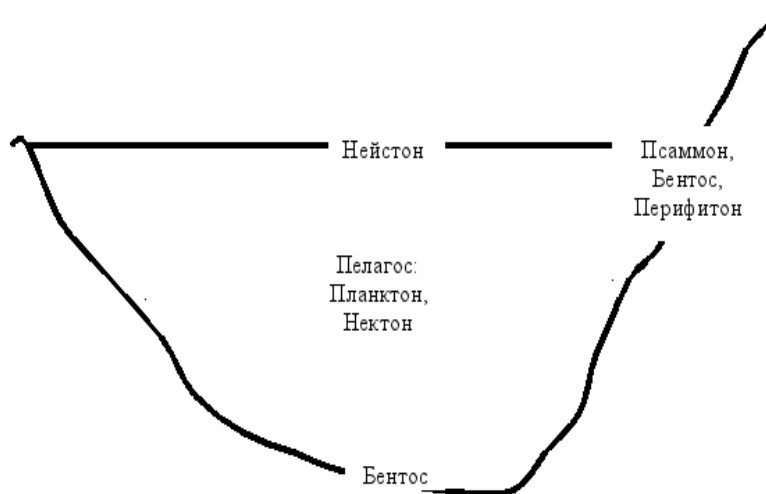


Рис. 2. Основные группы организмов, занимающие разные биотопы водоема по Е. А. Зилу [9]

Таблица 1

Экологические группы гидробионтов и их приспособления к обитанию в водной среде

Экологическая группа	Типичные представители	Характерные признаки организмов	Особенности образа жизни

--	--	--	--

Сделайте вывод об экологических факторах водной среды, закономерностях их действия на гидробионтов и особенностях адаптаций у организмов разных экологических групп.

Задание 4. Заполните таблицу 2. Укажите, какие существуют приспособления гидробионтов к основным свойствам воды. Приведите примеры.

Таблица 2

Приспособления гидробионтов к основным свойствам воды

Свойство воды	Приспособление	Примеры
Высокая плотность воды		
Подвижность воды		
Соленость воды		
Состав газов в воде		
Кислотность		

Задание 5. На рисунке 3 показана температурная стратификация водоема. Поясните процессы, которые происходят в водоемах в разные сезоны, и назовите возможные причины подобных явлений.



Рис. 3. Температурная стратификация водоема по Р. Дажо [5]

Опишите особенности температурной стратификации водоемов разных климатических зон, глубоководных и мелководных.

Вопросы для контроля

1. Назовите основные экологические факторы, действующие в водной среде. Приведите примеры их воздействия на гидробионтов.
2. Приведите примеры адаптаций гидробионтов, сформировавшихся под воздействием экологических факторов.
3. Опишите экологические зоны пресноводного и морского водоемов.

Лабораторно-практическая работа 2 ЦИКЛОМОРФОЗ

Цель работы: познакомиться с явлением цикломорфоза у гидробионтов.

Оборудование и раздаточный материал: пробы с фиксированным зимним и летним пресноводным планктоном, содержащим представителей разных отделов беспозвоночных (ветвистоусые, веслоногие ракообразные, коловратки), микроскоп, предметные и покровные стекла, пипетки Пастера, препаровальные иглы.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Познакомьтесь с теоретическим материалом по проявлениям цикломорфоза у гидробионтов. Запишите в рабочей тетради определение цикломорфоза.

Задание 2. Зарисуйте схемы проявления цикломорфоза у гидробионтов с краткими пояснениями.

Задание 3. Выполните конспект материала на тему «Причины цикломорфоза».

Задание 4. Рассмотрите проявления цикломорфоза у зоопланктеров в летних и зимних пробах.

Вопросы для контроля

1. Поясните теории возникновения цикломорфоза.
2. Приведите примеры организмов, у которых проявляется цикломорфоз.

Лабораторно-практическая работа 3 ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ К ОБИТАНИЮ В ТОЛЩЕ ВОДЫ

Цель работы: познакомиться с приспособлениями организмов к обитанию в толще воды.

Оборудование и раздаточный материал: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пипетки Пастера, стеклянный цилиндр на 200 мл, секундомер, пробы с фиксированным пресноводным планктоном, содержащим представителей разных отделов водорослей и беспозвоночных (ветвистоусые, веслоногие ракообразные, коловратки).

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучите под микроскопом несколько капель с планктоном, найдите организмы с теми или иными приспособлениями к парению, а также формы, относящиеся к различным конвергентным и размерным группам.

Задание 2. Зарисуйте общий вид и некоторые детали строения рассмотренных организмов, пользуясь определительными таблицами. Заполните таблицы 2 и 3.

Таблица 2

Приспособления планктонных организмов к парению

Приспособление к парению	Представители

Величина планктонных животных

Размерная группа	Величина	Представители

Задание 3. Определите скорость погружения дафнии.

Для определения скорости погружения дафнии взять высокий, до верха наполненный водой стеклянный цилиндр и перенести (пипеткой Пастера или стеклянной палочкой) на поверхность воды крупную дафнию. Зная высоту цилиндра и время, отмечаемое по секундной часовой стрелке (секундомеру), в течение которого дафния опускается на дно сосуда, вычислить скорость погружения организма.

Вопросы для контроля

1. Дайте характеристику приспособлений планктонных организмов к парению. Приведите примеры.
2. Поясните, что такое конвергентная группа.
3. Приведите примеры конвергентных групп планктона.
4. Назовите размерные группы планктона, приведите примеры.

**Лабораторно-практическая работа 4
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ К ОБИТАНИЮ
НА ГРУНТЕ, ВНУТРИ ГРУНТА, НА ПОДВОДНЫХ ПРЕДМЕТАХ**

Цель работы: познакомиться с приспособлениями организмов к обитанию на грунте водоемов и водотоков.

Оборудование и раздаточный материал: макро- и микропрепараты губок и мшанок, раковины морских моллюсков с усонагими ракообразными, раковины двустворчатых морских и пресноводных моллюсков, макропрепараты пескожила, личинки стрекоз, личинки поденок, бинокулярные лупы, чашки Петри, препаровальные иглы, пинцеты.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Рассмотрите гидробионтов, представленных в раздаточном материале. Разделите гидробионтов на экологические группы. Заполните таблицу 4.

Таблица 4

Бентонты и представители перифитона

Вид гидробионта	Систематическое положение	Экологическая группа	Адаптации к образу жизни

Задание 2. Рассмотрите домики усонагих раков, представленные в раздаточном материале. Пользуясь определительной таблицей, установите вид рачка, сделайте рисунок домика рачка в рабочей тетради.

Усонагие раки относятся к прикрепленным животным. Наиболее обычными представителями усонагих раков являются морские желуди. Тело морских желудей заключено в состоящий из известковых пластин домик, приросший к какому-либо твердому субстрату.

Скелетные пластины подразделяются на две части – одни образуют крепкий домик, а другие входят в состав двускатной крышечки, подвижно соединенной с домиком. Отверстие, образующееся при раздвигании обеих половин крышечки, располагается почти в горизонтальной плоскости. Внутри домика находится тело организма, прикрепленное передним концом к субстрату и обращенное брюшной стороной к отверстию домика. Рудиментарные антеннулы являются органом прикрепления, антенны редуцированы. Грудные ноги (6 пар) состоят из двучленного базиподита и многочисленных эндоподитов и коксоподитов, несущих длинные щетинки. Ноги, высовываясь наружу через отверстие в домике, образуют специальный орган для захватывания пищи, состоящей из детрита и организмов планктона. Личиночные стадии усоногих раков являются планктонными формами и служат пищей планктоноядным рыбам.

Наиболее обычные виды усоногих раков отличаются по следующим признакам по Яшнову [21]:

1 (2) Непарный рострум с внутренними выростами; домик низкоконический, нередко с ребристыми стенками, часто корродированный; отверстие домика овальное; внутри домик выстлан пурпурно-черной мантией; окраска серо-белая, серо-коричневая или серо-зеленая; диаметр до 10 мм, высота до 5–6 мм (Черное и Азовское моря).....*Chthamalus stellatus*

2 (1) Непарный рострум с наружными выростами.....3

3 (4) Пластины домика без каналов; домик цилиндрический, с большим глубоко зазубренным отверстием; пластины непрочно связаны между собой и с известковым основанием; окраска желтоватая, диаметр основания до 50 мм, высота до 100 мм (Баренцево и Белое моря).....*Balanus (Chirona) hameri*

4 (3) Пластины домика пронизаны каналами.....5

5 (6) Основание домика перепончатое; форма домика варьирует от низкоконической до трубчатой; пластины домика ребристые, иногда гладкие, прочно соединенные, отверстие небольшое, крышечка лежит немного ниже отверстия; окраска обычно белая; диаметр до 20 мм, высота (лилиевидные особи) до 22 мм (Баренцево и Белое моря) *Balanus (Semibalanus) balanoides*

6 (5) Основание домика известковое7

7 (8) Основание домика пронизано каналами; домик конический, цилиндрический (в скученных колониях), отверстие с слегка зазубренными краями; стенки совершенно гладкие; окраска белая или желто-белая; высота и диаметр до 16 мм (иногда до 23 мм) (Балтийское, Черное, Азовское и Каспийское моря) *Balanus improvises*

8 (7) Основание домика сплошное.....9

9 (10) *Tergum* с клювовидно вытянутой вершиной; домик массивный, конический, обычно с резкими ребрами; окраска белая, с желтоватым эпидермисом; высота и диаметр обычно 20–30 мм, до 40–50 мм (Баренцево, Белое, сибирские и дальневосточные моря) *Balanus balanus*

10 (9) *Tergum* без клювовидно вытянутой вершины; форма домика разнообразная, коническая, трубчатая, лилиевидная; верхний край домика с выемками; основание домика тонкое, окраска белая или серовато-желтая; диаметр правильных конических домиков до 40 мм, лилиевидные формы длиной до 50–70 мм (Баренцево, Белое, сибирские и дальневосточные моря) *Balanus crenatus*

Задание 3. Рассмотрите пескожила на макропрепарате, выполните рисунок пескожила в рабочей тетради. На рисунке обозначьте нотоподии и невроподии. Отдельно нарисуйте жабры пескожила.

Пескожилы (*Arenicola marina*) – представители многощетинковых червей, живущие в прибрежной зоне морей и строящие в иле или песке U-образные норы, выстланные изнутри слизью и открытые с обоих концов. Пескожилы питаются детритом, заглатывая и пропуская через пищеварительную систему грунт. Длина тела пескожила достигает 20 см и более. Параподии резко разделены на две ветви – брюшную, или невроподиальную, и спинную, или нотоподиальную. Продолговатые валики невроподий вооружены слабо изогнутыми крючковидными щетинками; конусовидные бугорки нотоподий с пучком шиповатых щетинок. Грудные сегменты имеют только параподии, в переднем отделе брюшка имеются 13 пар жабр,

расположенных позади нотоподий. Жабры состоят из древовидно ветвящихся выростов, связанных при основании тонкой перепонкой. Задний отдел брюшка пескожила сужен и лишен параподий и жабр.

Вопросы для контроля

1. Дайте определение понятиям: бентос, сессильный бентос, эпибентос, эндобентос, инфауна, эпифауна, перифитон.
2. Назовите представителей каждой экологической группы: бентос, сессильный бентос, эпибентос, эндобентос, инфауна, эпифауна, перифитон.
3. Охарактеризуйте роль бентосных организмов в функционировании гидроценозов водоемов и водотоков.

Лабораторно-практическая работа 5 МОРСКИЕ МОЛЛЮСКИ И ДРУГИЕ ГИДРОБИОНТЫ

Цель работы: познакомиться с многообразием некоторых систематических групп морских гидробионтов.

Оборудование и раздаточный материал: раковины двустворчатых и брюхоногих моллюсков, бинокулярные лупы.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Познакомьтесь с раздаточным материалом – раковинами морских моллюсков. Пользуясь определителем, выясните видовую принадлежность раковин моллюсков. Зарисуйте 10 раковин разных видов моллюсков. Напротив каждого рисунка приведите систематическое положение вида.

Задание 2. Рассмотрите рисунок 4, опишите систематическое положение и образ жизни представленных на рисунке видов.

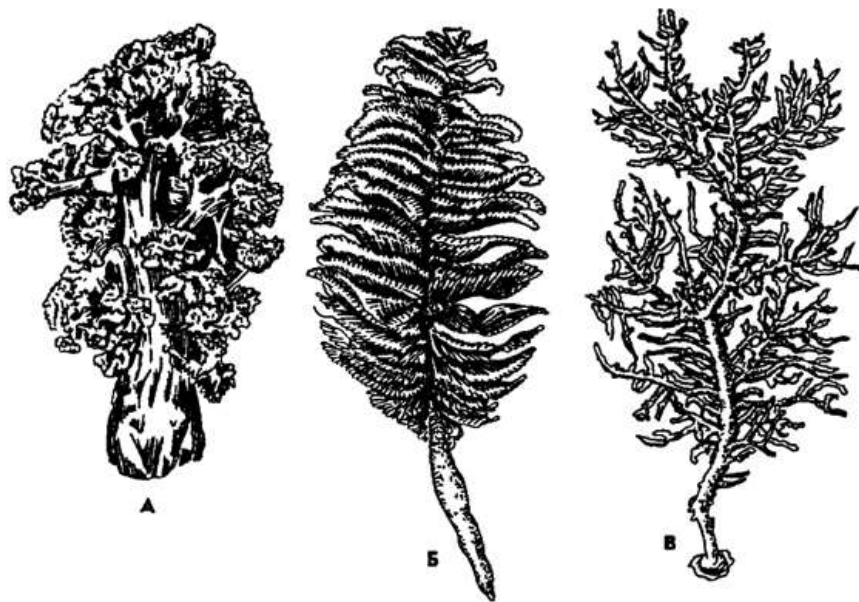


Рис. 4. Восьмилучевые кораллы [6]: А – альционария *Gersemia*; Б – морское перо *Pennatula*; В – роговой коралл *Leptogorgia*

Задание 3. Рассмотрите рисунок 5, опишите экологические группы морских кишечнорастных. Поясните процессы, обозначенные стрелками. Зарисуйте схему в рабочей тетради.

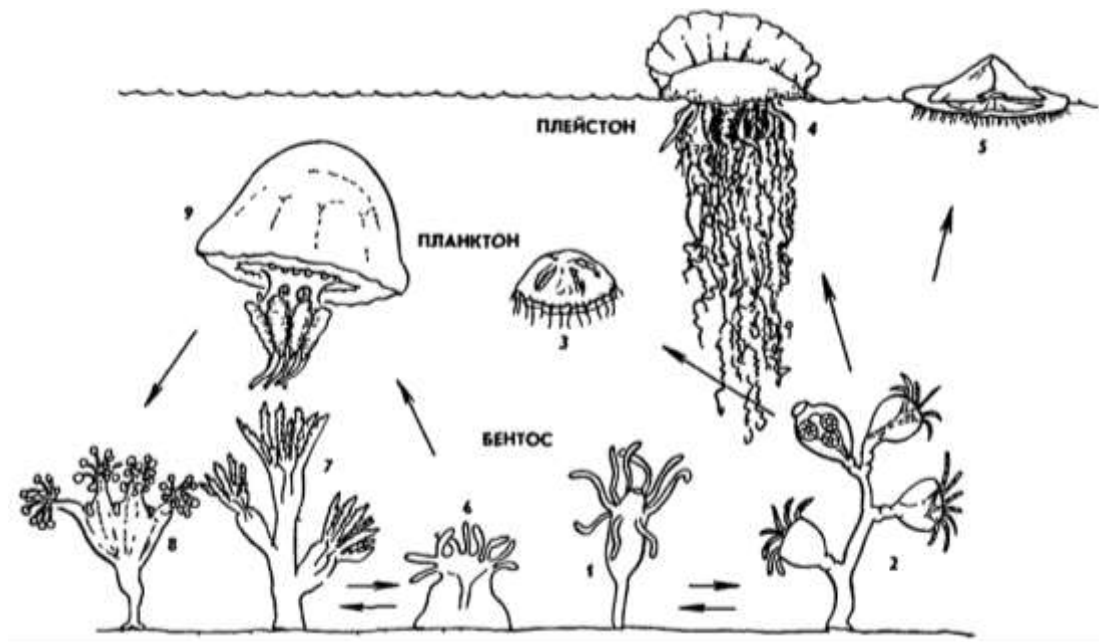


Рис. 5. Экологическая радиация кишечнополостных [19]: 1 – гидроидный полип; 2 – морской колониальный гидроидный полип; 3 – гидромедуза; 4 – сифонофора; 5 – плавающий полип; 6 – коралловый полип (одиночный); 7 – колониальный коралловый полип; 8 – сидячая медуза; 9 – сцифоидная медуза

Вопросы для контроля

1. Назовите известные вам виды морских моллюсков.
2. Опишите экологические зоны Мирового океана.
3. Охарактеризуйте население бентали и пелагиали Мирового океана.
4. Сформулируйте правило Л. С. Берга (правило биполярного распространения гидробионтов).
5. Поясните, что такое амфибореальность, амфиацифическое и амфиатлантическое распространение организмов.

Лабораторно-практическая работа 6 ГИДРОБИОНТЫ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Цель работы: познакомиться с многообразием некоторых систематических групп пресноводных гидробионтов.

Оборудование и раздаточный материал: пробы речного и озерного зоопланктона и зообентоса, пробы зоопланктона бобровых прудов, раковины пресноводных двустворчатых и брюхоногих моллюсков, микроскопы, бинокулярные лупы, предметные и покровные стекла, штемпельные пипетки, пипетки Пастера, чашки Петри.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Рассмотрите под микроскопом качественные пробы зоопланктона рек и озер. Определите и зарисуйте в рабочей тетради все обнаруженные виды. Запишите их систематическое положение.

Задание 2. Рассмотрите под микроскопом качественные пробы зообентоса рек и озер. Определите и зарисуйте в рабочей тетради все обнаруженные виды. Запишите их систематическое положение.

Вопросы для контроля

1. Назовите отличия в экологических условиях обитания гидробионтов в лотических и лентических гидроценозах.
2. Проанализируйте видовой состав зоопланктона бобровых прудов и рек. Какие виды и систематические категории преобладают в таксономической структуре, чем вы это можете объяснить?
3. Охарактеризуйте состав бентоса обработанных проб. Можно ли сделать какие-то выводы об экологическом состоянии водотоков и водоемов по составу бентоса?

Лабораторно-практическая работа 7 ПИТАНИЕ ГИДРОБИОНТОВ

Цель работы: познакомиться с различными типами питания гидробионтов.

Оборудование и раздаточный материал: пробы с фиксированным пресноводным планктоном, содержащим представителей разных отделов водорослей и беспозвоночных (ветвистоусые, веслоногие ракообразные, коловратки), фиксированные брюхоногие и двустворчатые моллюски, личинки водных насекомых, водные насекомые, микроскопы, бинокулярные лупы, чашки Петри, предметные и покровные стекла, пипетки Пастера, пинцеты, препаровальные иглы.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Рассмотрите гидробионтов, представленных в раздаточном материале. Разделите гидробионтов на группы с разным типом питания. Заполните таблицу 5.

Таблица 5

Экологические и трофические группы гидробионтов

Способ питания гидробионта	Вид гидробионта	Экологическая группа	Приспособления к питанию
Сестофаг ощупыватель			
Сестофаг седиментатор			
Сестофаг активный фильтратор			
Сестофаг пассивный фильтратор			
Некрофаг			
Бентофаг			
Грунтофаг			
Планктофаг			
Детритофаг			
Хищник			
Фитофаг			

Задание 2. Рассмотрите питание ощупывателей на примере пресноводной гидры. Зарисуйте пенетрант после выстрела.

В голодном состоянии гидра вытягивает тело и распростирает свои щупальца в виде большой сети, свешивающейся вниз. При длине тела, равной одному – двум сантиметрам, длина щупалец гидры может достигнуть десяти – двадцати сантиметров. Периодически гидра сокращается, а затем вытягивается в другом направлении, как бы ощупывая окружающее пространство (рис. б).

Гидра употребляет в пищу дафний, циклопов, мелких личинок насекомых и мальков рыб. Добыча при прикосновении к щупальцам парализуется и захватывается нитями стрекательных капсул.

Стрекательная клетка имеет стрекательную капсулу, заполненную ядовитым веществом. Внутри капсулы ввернута стрекательная нить. На поверхности клетки находится чувствительный волосок, при его раздражении нить выбрасывается и поражает жертву. После выстреливания нити клетки погибают, а из промежуточных клеток образуются новые.

У гидры есть четыре типа стрекательных клеток – стенотелы (пенетранты), десмонемы (вольвенты), голотрихи изоризы (большие глютинанты) и атрихи изоризы (малые глютинанты). При охоте первыми выстреливают вольвенты. Их спиральные стрекательные нити опутывают выросты тела жертвы и обеспечивают ее удержание. Под действием рывков жертвы и вызванной ими вибрации срабатывают имеющие более высокий порог раздражения пенетранты. Шипы, имеющиеся у основания их стрекательных нитей, закориваются в теле добычи, а через полую стрекательную нить в ее тело вводится яд.

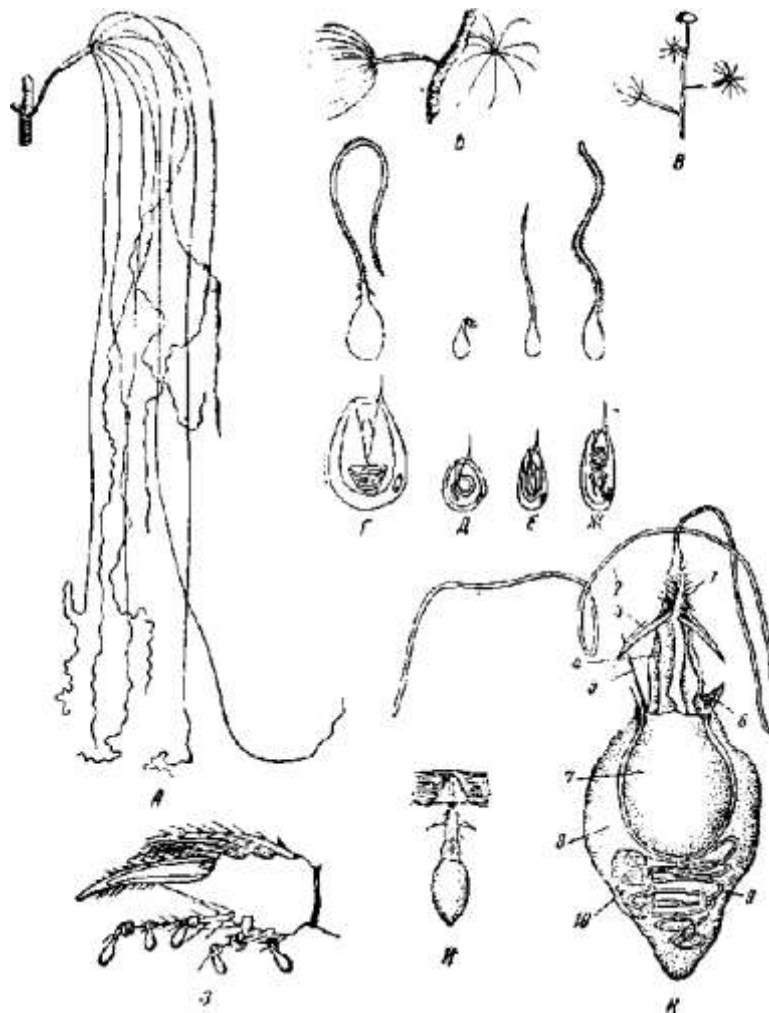


Рис. 6. Питание оцупывателей [21]: А – *Hydra oligactis*; Б – *Hydra vulgaris*; В – *Chlorohydra viridissima*;

Г – Ж – схемы четырех типов нематоцистов, до (внизу) и после (вверху) выстрела, пенетрант (Г), вольвент (Д), стереолин (Е), стрептолин (Ж); 3 – вольвенты на плавательной ноге циклопа; И – пенетрант в ткани коретры; К – пенетрант после выстрела;

- 1 – конус; 2 – нить; 3 – стилет; 4 – шейка; 5 – книдоциль; 6 – крышечка; 7 – стрекательная капсула; 8 – книдобласт; 9 – спиральная нить в плазме клетки; 10 – ядро книдобласта

Большое количество стрекательных клеток находится на щупальцах, где они образуют стрекательные батареи. Обычно в состав батареи входит одна крупная эпителиально-мышечная клетка, в которую погружены стрекательные клетки. В центре батареи находится крупная пенетранта, вокруг нее – более мелкие вольвенты и глютинанты. Книдоциты соединены десмосомами с мышечными волокнами эпителиально-мышечной клетки. Большие

глютинанты (их стрекательная нить имеет шипы, но не имеет, как и у вольвента, отверстия на вершине), видимо, в основном используются для защиты. Малые глютинанты используются только при передвижении гидры для прочного прикрепления щупальцами к субстрату. Их выстреливание блокируется экстрактами из тканей жертв гидры.

Задание 3. Рассмотрите питание седиментаторов на примере коловраток. Зарисуйте схему токов воды, вызываемых работой коловращательного аппарата коловраток (рис. 7).

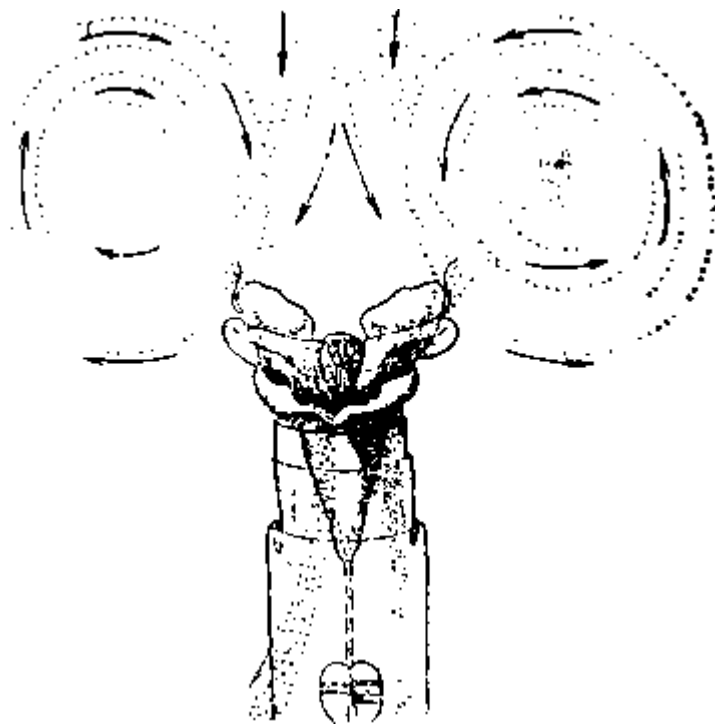


Рис. 7. Схема токов воды, вызываемых работой коловращательного аппарата коловраток [21]

Задание 4. Изучите работу фильтрационного аппарата у дафнии. Выполните конспект последовательности отфильтровывания пищи у дафнии, зарисуйте рис. 8 а, б, в, г.

У дафний имеется пять пар тургорных конечностей. Внутренний край ног первой пары разделен на пять снабженных длинными щетинками лопастей, из которых первые три соответствуют эндитам, а две последних эндоподиту и экзоподиту типичной ноги жаброногих раков, кроме того, имеется эпиподит, являющийся жаберной пластинкой.

Ноги второй пары характерного строения: на удлиненном протоподите расположены пять эндитов, из которых проксимальный (базальный) образует большой максиллярный вырост, среди щетинок последнего выделяется по своей величине щетинка, снабженная по одной стороне рядом крепких волосков, остальные четыре эндита слабо развиты, каждый из них несет одну или две длинные щетинки, нога оканчивается хорошо развитым экзоподитом с двумя длинными щетинками, по наружному краю ноги расположен эпиподит.

Ноги третьей пары по своему строению резко отличаются от предыдущих, самым характерным признаком является присутствие гребня щетинок, прикрепленных вдоль всего края большого первого эндита, в естественном положении этот гребень отогнут под острым углом к плоскости самой ноги, остальные эндиты, слабо выраженные и снабженные небольшим количеством щетинок, находятся у дистального (конечного) края первого эндита, между последним и хорошо развитым экзоподитом, несущим четыре конечные и две боковые большие щетинки, на наружной стороне ноги находятся эпиподит и хорошо развитый преэпиподит.

Ноги четвертой пары в общем сходны с ногами третьей пары, отличаясь главным образом, полной редукцией дистальных эндитов и другой формой экзоподитов.

Ноги последней, пятой пары имеют иное строение. В базальной части находятся эпиподит и преэпиподит. Короткий экзоподит на дистальном конце несет две маленькие щетинки и вытянут в длинную полукруглой формы щетинку. По внутреннему краю нога лишена выростов, имеется только одна большая щетинка, между нею и экзоподитом находится овальной формы дистальная часть протоподита (Яшнов, 1969).

Вносимые внутрь раковины дафнии частицы после отфильтровывания через фильтр, образованный щетинками грудных ног, скапливаются в брюшном желобке, проходящем по нижней стороне тела, и затем направляются к ротовому отверстию.

Фильтрационная камера, находящаяся между грудными конечностями, сзади закрыта ногами пятой пары и расположенным между ними постабдоменом. Процеживание воды через фильтр совершается в результате понижения давления во всасывательных камерах, вызываемого увеличением их объема в фазу абдукции. С каждой стороны имеется по четыре всасывательных камеры в соответствии с пятью парами ног.

Главную роль в отфильтровывании пищи у дафнии играют две последних пары всасывательных камер, снабженных с внутренней стороны прекрасно развитой решеткой из щетинок, отходящих от внутренних краев ног третьей и четвертой пар.

Щетинки решетки идут параллельно друг другу и снабжены добавочными тонкими, косо отходящими волосками. Благодаря этому решетки приобретают характер очень тонкого фильтра, не пропускающего через свои отверстия даже мельчайшие организмы наннопланктона. Снаружи каждая из всасывательных камер ограничена створкой раковины, к которой тесно прижаты эпиподит, большой окаймленный волосками презэпиподит и две боковые щетинки экзоподита. С нижней стороны всасывательная камера закрыта хорошо развитой пластинкой экзоподита, оканчивающейся оперенными щетинками.

Пространство между экзоподитом и фильтрационной решеткой закрывается в всасывательных камерах третьей пары щетинками рудиментарных эндитов ног третьей пары, а в четвертых всасывательных камерах – направленным внутрь выростом экзоподитов ног четвертой пары. Со спинной стороны камеры ограничены брюшной стороной тела, по бокам которого проходят плотно прижатые к створкам раковины боковые выросты, отделяющие полость фильтрационного аппарата от полости выводковой камеры.

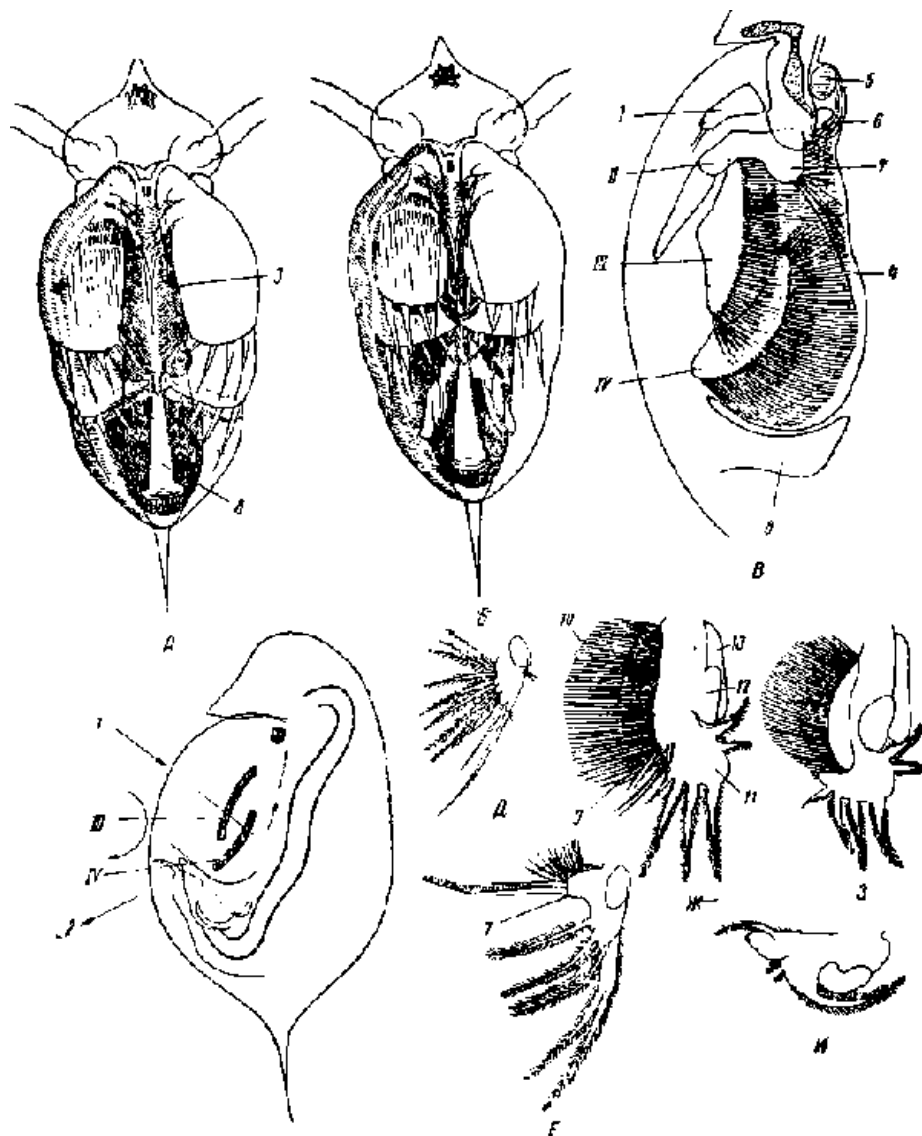


Рис. 8. *Daphnia*: А – фаза абдукции; Б – фаза аддукции; В – продольный разрез через тело дафнии; Г – токи воды, вызываемые движениями ног; Д – нога первой пары; Е – нога второй пары; Ж – нога третьей пары; З – нога четвертой пары; И – нога пятой пары [21];

1 – входящий ток воды; 2 – выходящий ток воды; 3 – фильтрационная камера; 4 – брюшной желобок; 5 – мандибула; 6 – максиллула; 7 – максиллярный вырост; 8 – постабдомен; 9 – эндит; 10 – гребень щетинок; 11 – экзоподит; 12 – эпиподит; 13 – преэпиподит; I–IV – ноги первой – четвертой пар

В фазу абдукции¹, сопровождающуюся расширением всасывательных камер, конечности, находившиеся до того в горизонтальном положении, начинают двигаться в сагиттальной плоскости и образуют с телом острый угол (рис. 8). Исключение представляют ноги пятой пары. Боковая часть этих ног, состоящая из преэпиподита, эпиподита и большой, окаймленной с обеих сторон волосками, щетинки экзоподита, сгибается в фронтальной плоскости по линии сочленения с базальной частью ноги, наподобие движущейся на петлях двери. Ноги этой пары, находившиеся вначале в трансверсальной плоскости, почти одновременно с движением ног четвертой пары начинают отходить назад и занимают, наконец, положение, почти параллельное продольной оси организма. Во время этого движения, сопровождающегося увеличением объема четвертых всасывательных камер, ноги пятой пары не прерывают контакта со створками раковины, скользя по ним щетинками экзоподитов. В фазу аддукции² экзоподиты ног четвертой пары отделяются от ног пятой пары, вода выдавливается из всасывательных камер, чему способствует также движение, вызываемое ногами пятой пары, поднимающимися в это время в свое исходное положение.

Вдоль всей фильтрационной камеры проходит брюшной желобок, в котором отфильтрованные частицы sestона направляются вперед вместе с током воды, вызываемым движениями проксимальных щетинок ног третьей и четвертой пар, а также длинных щетинок максиллярных выростов ног второй пары. Остальные щетинки максиллярных выростов служат для сжимания скопившихся между ними пищевых частиц в комочки и для отправки их в ротовое отверстие.

Темп движения конечностей дафнии в зависимости от физиологического состояния организма достигает 200–300 ударов в минуту.

Пища состоит из мелких организмов наннопланктона и соответствующей величины частиц детрита, являющегося продуктом распада остатков животных и растений [21].

Задание 5. Изучите питание хищных гидробионтов на примере личинки жука-плавунца. Рассмотрите личинку жука, зарисуйте голову личинки, мандибулу и поперечный разрез через мандибулу.

Личинки плавунца (*Dytiscus*) (рис. 9) являются одними из самых больших хищников среди всего населения пресноводных водоемов. Тело личинки состоит из широкой уплощенной головы, трехчленистой груди, с тремя парами грудных ног, и длинного восьмичленистого брюшка, оканчивающегося двумя церками.

¹ **Абдукция** – движение конечности, направленное в сторону от центральной оси тела.

² **Аддукция** – движение конечности по направлению к центральной оси тела (другими словами, приведение).

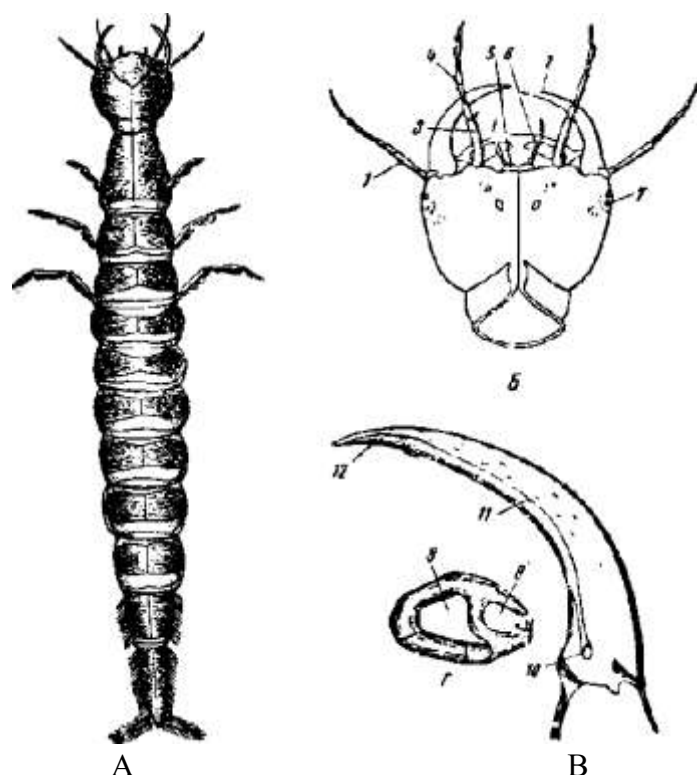


Рис. 9. Личинка *Dytiscus*: А – общий вид; Б – голова снизу; В – мандибула; Г – поперечный разрез через мандибулу [21];
 1 – антенна; 2 – мандибула; 3 – максилла; 4 – максиллярный щупик; 5 – нижняя губа; 6 – нижнегубной щупик; 7 – глаза; 8 – полость мандибулы; 9 – полость канала; 10 – входное отверстие канала; 11 – щель канала; 12 – выходное отверстие канала

По бокам головы расположены по шесть небольших черных глазков. Перед ними находятся тонкие антенны, трехчленистые у молодых личинок и шестичленистые у личинок третьей стадии. Все ротовые придатки вытянуты в поперечном направлении, видны с нижней стороны головы. Верхняя губа отсутствует, над ротовыми придатками простирается передний край головной капсулы. Среднее положение занимает нижняя губа, имеющая вид широкой пластинки с двумя тонкими нижнегубными щупиками. По бокам нижней губы расположены тонкие максиллы, состоящие из палочковидного основного членика и максиллярного щупика, трехчленистого у молодых и шестичленистого у более взрослых личинок.

Наиболее своеобразно строение больших крепких мандибул, серповидно изогнутых и на конце игловидно заостренных. Вдоль внутреннего края мандибул проходит канал, открывающийся около их конца продолговато-овальной щелью, а при основании большим круглым отверстием, хорошо заметным при отгибании мандибул наружу. Канал образован глубокой складкой хитина, края которой сближены между собой. Мандибулы двигаются только в одной горизонтальной плоскости. Ротовая щель, проходящая поперек головы, замкнута по всей длине, за исключением самых боковых частей, в которые погружены основания мандибул.

У личинок плавунцов наблюдается редкий случай внекишечного пищеварения. Схватив добычу (личинок насекомых, головастика, небольших рыб и т. п.) своими мандибулами, личинка погружает их, затем глубоко в тело жертвы и по каналам изливает пищеварительный сок, образовавшаяся после переваривания тканей добычи жидкость всасывается личинкой в полость глотки через каналы в мандибулах. Спустя некоторое время от жертвы остаются только одни наружные покровы [21].

Вопросы для контроля

1. Назовите способы питания гидробионтов.
2. Приведите примеры: сестофагов седиментаторов, сестофагов активных фильтраторов, сестофагов пассивных фильтраторов.
3. Дайте определения понятиям: кормовые ресурсы, кормовая база, кормность, обеспеченность кормом.

4. Поясните понятие «триотроф».

Лабораторно-практическая работа 8 ДЫХАНИЕ ГИДРОБИОНТОВ

Цель работы: познакомиться с приспособлениями гидробионтов к дыханию.

Оборудование и раздаточный материал: пробы с фиксированным пресноводным планктоном, содержащим представителей разных отделов водорослей и беспозвоночных (ветвистоусые, веслоногие ракообразные, коловратки), фиксированные брюхоногие и двусторчатые моллюски, личинки водных насекомых, водные насекомые, микроскопы, бинокулярные лупы, чашки Петри, предметные и покровные стекла, пипетки Пастера, пинцеты, препаровальные иглы.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Рассмотрите гидробионтов, представленных в раздаточном материале. Разделите гидробионтов на группы: с кожным дыханием, с дыханием с помощью кровяных жабр, с дыханием с помощью трахейных жабр, дышащих атмосферным кислородом. Заполните таблицу 6.

Таблица 6

Представители гидробионтов с разными типами дыхания

Кожное дыхание	Дыхание с помощью кровяных жабр	Дыхание с помощью трахейных жабр	Дыхание атмосферным кислородом

Задание 2. Рассмотрите под микроскопом органы дыхания дафнии. Обмен газов у дафний (рис. 10) протекает в эпиподитах грудных ног. У дафний конечности уплощены и несут две хорошо развитые ветви, эндоподит и экзоподит, сидящие на основании ноги – протоподите, на внешней стороне которого имеются выросты – эпиподит и преэпиподит.

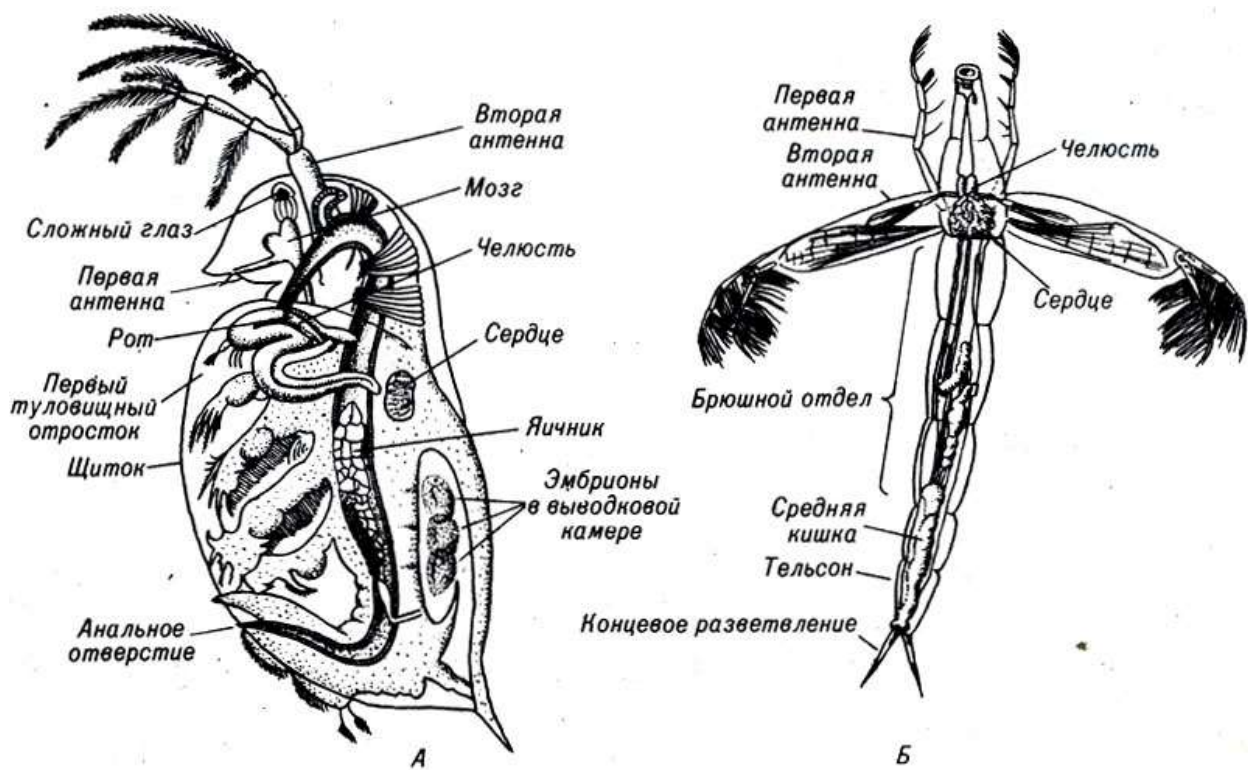


Рис. 10. Строение ветвистоусых: А – дафния; Б – лептодора [1]

Зарисуйте грудные ноги дафнии, обозначьте эипподиты.

Задание 3. Раскройте раковину и рассмотрите строение тела перловицы или беззубки. Схема строения тела двустворчатого моллюска приведена на рисунке 11. Найдите органы дыхания двустворчатого моллюска и рассмотрите под бинокулярным микроскопом. Выполните рисунок микроскопического строения жабр двустворчатого моллюска.

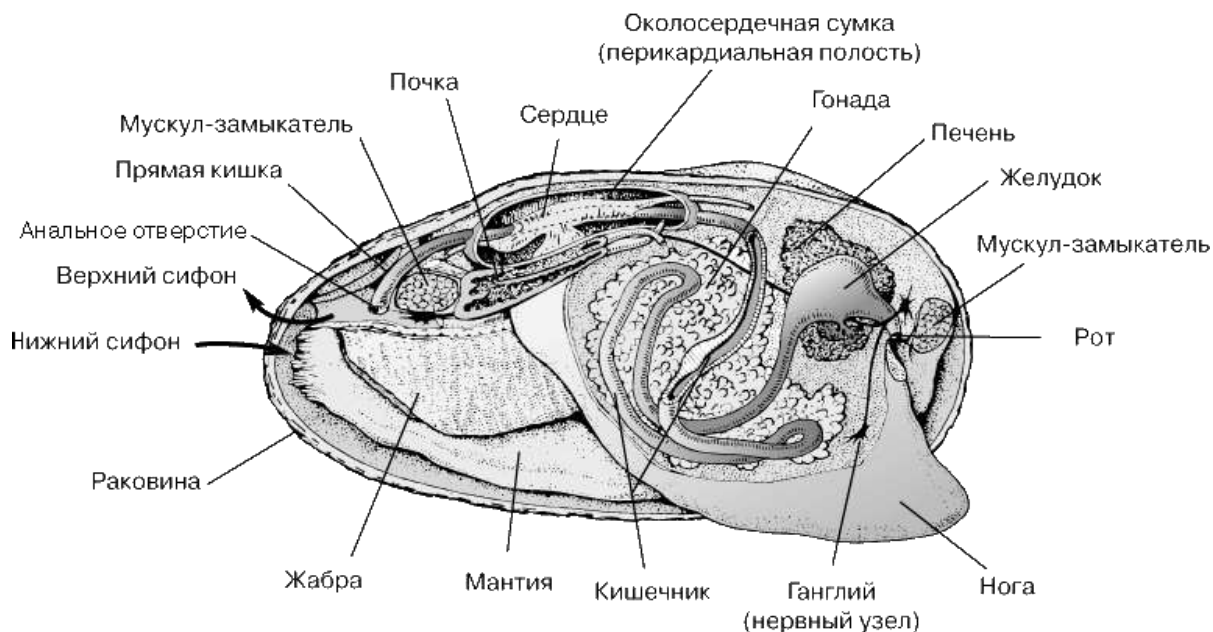


Рис. 11. Схема строения тела двустворчатого моллюска

Задание 4. Рассмотрите под бинокулярным микроскопом и зарисуйте трахейные жабры разной формы личинок водных беспозвоночных (рис. 12).

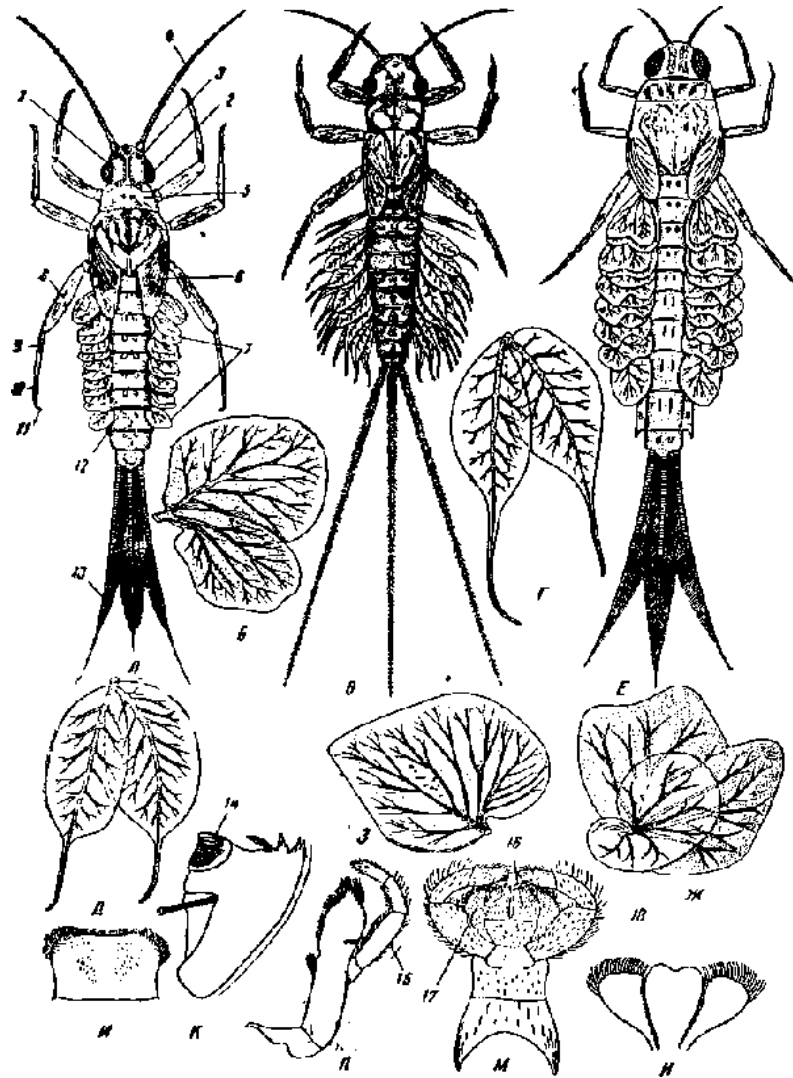


Рис. 12. Трахейные жабры поденок [10]:

А, Б – личинка *Cloeon dipterum*, общий вид (А), трахейная жабра второй пары (Б); В, Г – личинка *Leptophlebia vespertina*, общий вид (В), трахейная жабра (Г); Д – личинка *Leptophlebia marginata*, трахейная жабра; Е, Ж – личинка *Siphonurus linnaeanus*, общий вид (Е), трахейная жабра пятой пары (Ж); З – личинка *Siphonurus aestivalis*, трахейная жабра третьей пары; И–Н – ротовые придатки личинки *Siphonurus aestivalis*, верхняя губа (И), мандибула (К), максилла (Л), нижняя губа (М), подглоточник (Н);

1 – голова; 2 – глаз; 3 – глазок; 4 – антенна; 5 – первым грудной сегмент; 6 – зачатки крыльев; 7 – трахейные жабры; 8 – бедро; 9 – голень; 10 – лапка; 11– коготок; 12 – брюшко; 13 – хвостовая нить; 14 – молярный вырост; 15 – максиллярный щупик; 16 – внутренняя лопасть; 17 – наружная лопасть; 18 – нижнегубной щупик

Задание 5. Перерисуйте в тетрадь для лабораторных работ схему строения трахейных жабр (рис. 13).

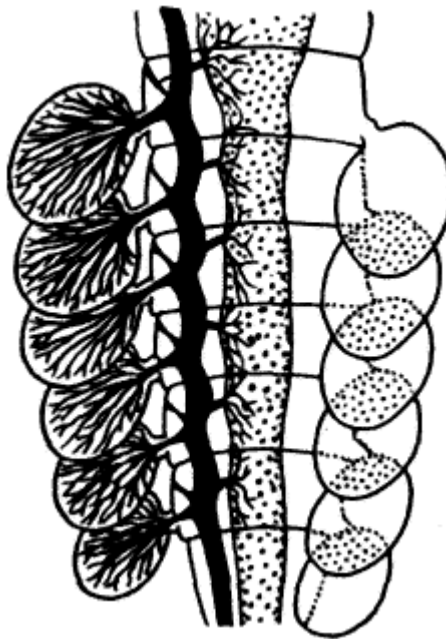


Рис. 13. Схема строения трахейных жабр [20]

Задание 6. Рассмотрите представителей гидробионтов с легочным дыханием, например представителей легочных моллюсков (рис. 14). Большинство представителей семейства дышит атмосферным воздухом с помощью легкого – специализированного участка мантийной полости, к которому прилегает густая сеть кровеносных сосудов. Для того, чтобы обновить воздух в легочной полости, эти моллюски периодически поднимаются к поверхности воды и выставляют наружу свернутый в трубку край мантии.

В чистой, богатой кислородом воде некоторые прудовики способны обитать на достаточно больших глубинах, не поднимаясь к поверхности. При этом легкое заполняется водой, и газообмен происходит через нее. Моллюски, обитающие в таких условиях, как правило, мельче представителей того же вида, населяющих мелководья.

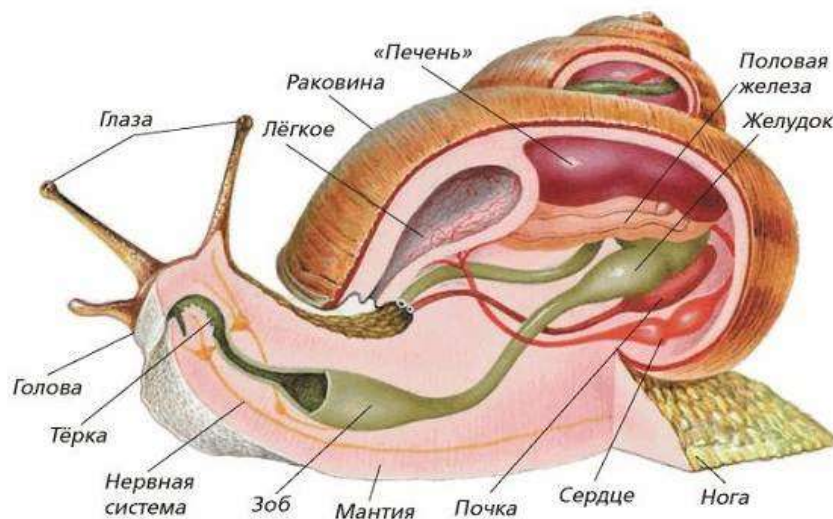


Рис. 14. Схема строения легочного моллюска
Зарисуйте схему расположения легкого у брюхоногого моллюска.

Вопросы для контроля

1. Назовите основные способы дыхания гидробионтов.
2. Что такое «провизорные органы» животных? Приведите примеры.
3. Приведите примеры легочного дыхания рыб, опишите механизм дыхания.
4. Опишите органы дыхания и механизм дыхания двустворчатых моллюсков.

Лабораторно-практическая работа 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРОДУКЦИИ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Цель работы: познакомиться с методами определения продукции гидробионтов.

Оборудование и раздаточный материал: экспериментальные водоемы (аквариумы) с высшими водными растениями, определитель растений, весы с разновесами, фильтровальная бумага, сушильный шкаф, калькулятор.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом по определению продукции высшей водной растительности.

Определение надземной фитомассы водных растений проводят, обычно, с использованием квадратных или прямоугольных рам площадью 0,25; 0,5 или 1 м². Рамы устанавливают в местах, где произрастают макрофиты, и выкашивают всю растительность, попавшую внутрь этого устройства. Для определения фитомассы берут 3 пробы-укося на учетных площадках. Укосы обрабатывают, разбирают по видовой принадлежности и взвешивают. Для растений с плавающими на поверхности листьями определяют среднюю массу листа и высчитывают число мутовок, лишенных листьев. После высушивания определяют сухую массу укоса (воздушно-сухого вещества – $V_{в.с.в.}$), высушивают растения в сушильном шкафу и еще раз взвешивают растения (масса абсолютно-сухого вещества – $V_{а.с.в.}$). Затем пересчитывают фитомассу сухого и абсолютно сухого вещества на квадратный метр.

Годовую продукцию P вычисляют по формулам:

Для надводных и погруженных растений

$$P = 1,2 V_{\max},$$

где V_{\max} – максимальная надземная фитомасса;

Для растений с плавающими на поверхности листьями

$$P = 1,25 V + W_n,$$

Где V – фитомасса; W – средняя масса листа; n – число мутовок, лишенных листьев.

За среднюю массу разрушающегося листа (поврежденного, гниющего) принимают среднюю массу неповрежденного листа.

Задание 2. Руководствуясь теоретическим материалом, определите первичную продукцию высшей водной растительности экспериментального водоема. Заполните таблицы 7 и 8.

Таблица 7

Расчет годовой продукции макрофитов

Показатель	Размерность	Расчет
Средняя фитомасса по растительным группировкам: сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	г/м ²	$V_{а.с.в.} = V_{в.с.в.} \times 0,93$
Площадь зарослей	Га	
Общая фитомасса (V): сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	ц, т	
Общая фитопродукция (P): сырая, воздушно-сухая, абсолютно сухая	ц, т	$P = 1,2V$ и $P = 1,25 V + W_n,$
Общая продукция органического вещества	ц, т	Процент органического вещества (от массы абсолютно сухого вещества): надводная растительность – 92, с плавающими листьями – 90, погруженная – 85

Расчет первичной продукции макрофитов

Показатель	Экспериментальные данные	Пересчет показателей на площадь
Площадь учетной площадки		
Видовой состав макрофитов		
Сырой вес укоса (фитомасса)		
Сырой вес каждого вида макрофитов (фитомасса)		
Воздушно-сухой вес каждого вида макрофитов (фитомасса)		
Абсолютно сухой вес каждого вида макрофитов (фитомасса)		
Общая фитопродукция		
сырая		
воздушно-сухая		
абсолютно сухая		
Общая продукция органического вещества		

Сделайте выводы по работе.

Вопросы для контроля

1. Что такое продукция, в каких единицах она выражается, какие категории продукции гидробионтов вы знаете?
2. Опишите методы определения продукции.
3. В чем сущность скляночного метода определения продукции фитопланктона?
4. Из чего складывается вторичная продукция водоемов?

Лабораторно-практическая работа 10 ВОДОРΟΣЛИ ФИТОПЛАНКТОНА

Цель работы: познакомиться с массовыми видами фитопланктона различных водоемов и водотоков. Научиться определять виды, выявлять их отличительные особенности.

Оборудование и раздаточный материал: микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, пипетки, пробы по фитопланктону, фильтровальная бумага.

Порядок выполнения работы

1. Изучение основных определителей по водорослям фитопланктона.

2. Обработка проб по фитопланктону.
3. Определение видов водорослей, выявление их отличительных особенностей.
4. Заполнение сведений по всем обнаруженным видам фитопланктона (схематичный рисунок, название вида, описание, краткая характеристика, распространение, индикатором каких вод является – чистых, грязных, предпочитает холодные воды, соленые воды и т.д.). Виды фитопланктона, обнаруженные в водоеме (водотоке)

Краткая характеристика _____

Индикатор _____ вод

Вид _____

Обитает _____

5. Выполнить схематичные рисунки обнаруженных видов.

Вопросы для контроля

1. Какие растения относятся к водорослям?
2. Назовите отделы водорослей.
3. Дайте определение фитопланктона.
4. Назовите массовые виды фитопланктона различных водоемов

Лабораторно-практическая работа 11

ВОДРОСЛИ ФИТОПЛАНКТОНА, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЦВЕТЕНИЕ ВОДЫ

Цель работы: познакомиться с представителями фитопланктона, вызывающими цветение водоемов.

Оборудование и раздаточный материал: микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, пипетки, пробы по фитопланктону, фильтровальная бумага.

Порядок выполнения работы

1. Изучение основных определителей по водорослям фитопланктона.
2. Обработка проб по фитопланктону.
3. Определение видов водорослей, выявление их отличительных особенностей.
4. Выполнить схематичные рисунки обнаруженных видов.

Вопросы для контроля

1. Что понимают под термином «цветение» водоемов?
2. Причины этого явления.
3. Последствия цветения водоемов.
4. Назовите виды фитопланктона, вызывающие цветение.
5. Перечислите меры борьбы с цветением водоемов.

Лабораторно-практическая работа 12

ВЫСШИЕ ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ

Цель работы: познакомиться с видовым разнообразием высших водных растений различных водоемов и водотоков.

Оборудование и раздаточный материал: гербарные листы с представителями водных растений, макропрепараты водных растений, определители растений.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с представленными образцами высших водных растений. Определите образцы

растений.

2. В рабочей тетради запишите ход определения, выполните рисунки основных определительных признаков растений.

Вопросы для контроля

1. Дайте определение понятиям макрофиты и высшие водные растения.
2. Назовите наиболее распространённые в водоёмах Костромской области высшие водные растения.
3. Назовите основные функции водных растений в водоёмах.

Лабораторно-практическая работа 13

ЗНАКОМСТВО С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ЗООПЛАНКТОНА (КОЛОВРАТКИ)

Цель работы: познакомиться с массовыми видами коловраток различных водоёмов и водотоков. Научиться определять виды.

Оборудование и раздаточный материал: микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, жавелевая вода, пипетки, осадочные пробы по коловраткам, фильтровальная бумага.

Порядок выполнения работы

1. Изучение основных определителей по коловраткам.
2. Обработка проб по коловраточному зоопланктону.
3. Определение видов коловраток, выявление их отличительных особенностей.

Вопросы для контроля

1. Дайте определение зоопланктона.
2. Какие животные относятся к коловраткам?
3. Какую роль выполняют коловратки в водоёмах?
4. Назовите массовые виды планктонных коловраток различных водоёмов

Лабораторно-практическая работа 14

ЗНАКОМСТВО С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ЗООПЛАНКТОНА (РАКООБРАЗНЫЕ)

Цель работы: познакомиться с массовыми видами ветвистоусых и веслоногих различных водоёмов и водотоков. Научиться определять виды.

Оборудование и раздаточный материал: микроскоп, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, жавелевая вода, пипетки, осадочные пробы по коловраткам, фильтровальная бумага.

Порядок выполнения работы

1. Изучение основных определителей по ветвистоусым и веслоногим ракообразным.
2. Обработка проб по рачковому зоопланктону.
3. Определение видов ветвистоусых и веслоногих ракообразных, выявление их отличительных особенностей.

Вопросы для контроля

1. Какие животные относятся к рачковому зоопланктону?
2. На какие группы подразделяются планктонные рачки? Каковы их отличительные особенности?
3. Какую роль играют планктонные ракообразные в водоёмах?
4. Назовите наиболее распространённые в водоёмах виды рачкового зоопланктона.

Лабораторно-практическая работа 15 БЕНТОСНЫЕ ОРГАНИЗМЫ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ

Цель работы: познакомиться с массовыми видами бентоса различных водоемов и водотоков.

Оборудование и раздаточный материал: микроскоп, биноклярные лупы, осветители, предметные и покровные стекла, окуляр-микрометр, пипетки, препаровальные иглы, пробы бентоса.

Порядок выполнения работы

1. Рассмотрите бентосные организмы из фиксированных проб. Определите организмы, используя определители.
2. Зарисуйте представителей бентоса в рабочей тетради, опишите основные определительные признаки.
3. Запишите систематическое положение бентосных организмов, разделите организмы на основные группы.

Вопросы для контроля

1. Назовите основные систематические группы бентосных организмов.
2. Какие бентосные организмы характерны для стоячих водоёмов, какие для быстротекущих водотоков.
3. Назовите индикаторные виды среди организмов бентоса.

Лабораторно-практическая работа 16 ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИИ РЫБ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Цель работы: оценить популяцию рыб по морфометрическим показателям, овладеть методикой снятия промеров у рыб и статистической обработкой результатов.

Оборудование и раздаточный материал: фиксированные экземпляры рыб одного вида (выборка 10-20 экз.), штангенциркуль, мерная доска, измерительная лента, калькулятор, компьютер, пинцеты

Порядок выполнения работы

4. **Определить морфометрические показатели рыб.** Определить видовую принадлежность рыб в улове с помощью определителя, измерять массу тела, длину тела и другие промеры (рис.15) у представителей одного вида.

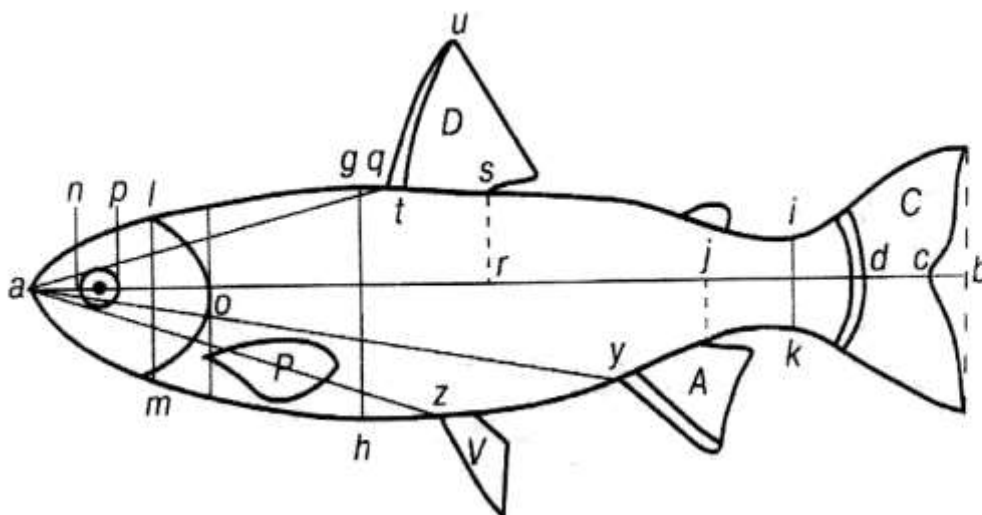


Рис. 15. Схема измерения рыбы.

Ав – вся длина тела – расстояние от вершины рыла до вертикали конца наиболее длинной лопасти хвостового плавника при горизонтальном положении рыбы (до заднего края хвостового плавника)

ас – длина тела по Смитту – расстояние от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника.

Ad – длина тела без С (без хвостового плавника) – расстояние от вершины рыла до конца чешуйного покрова.

Od- длина туловища – расстояние от заднего края жаберной крышки до конца чешуйного покрова.

Ао – длина головы – измеряется от вершины рыла до заднего конца жаберной крышки без перепонки.

Ап- длина рыла или предглазничный отдел – расстояние от вершины рыла до переднего края глаза. (Рыло – часть головы впереди глаза. Вершина рыла – самая передняя точка головы при плотно закрытом рте).

Нр – диаметр глаза – обычно берется продольный диаметр. Измеряется собственно диаметр роговицы; веки, если они есть, в расчет не принимаются.

Ро – заглазничный отдел головы – расстояние от заднего края глаза до заднего края жаберной крышки (без перепонки).

Lm- высота головы – обычно измеряется высота головы у затылка. (Затылок – место над прикреплением позвоночника к черепу или над задним краем верхней затылочной кости.)

gh- максимальная высота тела – измеряется в том месте, где тело наиболее высокое.

Ik- минимальная высота тела – в наиболее низком месте тела, обычно находится близ основания хвостового плавника.

Aq- антедорсальное расстояние – расстояние от вершины рыла до начала основания спинного плавника.

Rd- постдорсальное расстояние – от вертикали заднего края основания спинного плавника по средней линии тела до конца чешуйного покрова или конца последнего позвонка.

Az- антевентральное расстояние – до начала основания брюшного плавника.

Ay – антеанальное расстояние – расстояние от вершины рыла до начала основания анального плавника.

Jd- длина хвостового стебля – измеряется от вертикали конца анального плавника до конца чешуйного покрова по средней линии тела или до основания лучей С.

qs- длина основания D

tu- наибольшая высота D- высота наибольшего луча этого плавника. Длина основания и высота А – условия те же, что для D.

Длина Р и длина V – от передней линии их прикрепления до вершины наиболее длинного луча.

P-V- расстояние между Р и V – расстояние между основаниями грудного и брюшного плавников, передняя часть брюха.

V-A- расстояние между V и А – расстояние между брюшным и анальным плавниками, задняя часть брюха.

Ширина лба или межглазничное пространство – расстояние между глазами сверху, т.е. ширина черепа между глазами.

5. **Статистическая обработка.** Промеры (мм) занести в таблицу 1 и обработать статистически: найти среднюю арифметическую по выборке, ошибку средней арифметической и коэффициент вариации. Достоверность результатов проверить по критерию Стьюдента.

$$x = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n = \sum x_i / n, \text{ где:}$$

X – средняя арифметическая;

x₁, x₂, x_n – показатели признака у представителей выборки;

n – количество особей в выборке;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \text{ где}$$

σ — среднее квадратическое отклонение;
 \bar{x} — средняя арифметическая;
 $x_i - i$ — показатель признака у представителей выборки;
 n — количество особей в выборке.

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

, где:

m — ошибка репрезентативности;
 σ — среднее квадратическое отклонение;
 n — число наблюдений в выборке (при числе наблюдений менее 30 в подкоренное выражение вносится значение $n-1$)).

$$V_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

, где

V — коэффициент вариации;
 σ — среднее квадратическое отклонение;
 \bar{x} — средняя арифметическая;

Если коэффициент вариации менее 33 %, то совокупность считается однородной, если более 33 % - совокупность является неоднородной, ее средняя величина признается нетипичной, а потому не может быть обобщающим показателем.

Коэффициент достоверности (t) указывает, во сколько раз разность сравниваемых средних превышает их ошибку и определяется по формуле:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

, где:

M_1 — средняя величина первого исследования;
 M_2 — средняя величина второго исследования;
 m_1 и m_2 — ошибки репрезентативности сравниваемых средних величин.

При различных значениях критерия существует определенная мера надежности, которая говорит о существенности, достоверности выявленных различий между сравниваемыми средними. Коэффициент достоверности необходимо каждый раз определять по **таблице Стьюдента**.

Таблица 9

Промеры	Промеры рыб									
	Номер рыбы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. Определить основные экстерьерные индексы рыб.

Коэффициент упитанности, определяемый как отношение массы тела, умноженной на 100 к длине тела (в см.) в третьей степени.

Индекс прогонистости – отношение длины тела рыбы к ее высоте.

Индекс большеголовости – отношение длины тела к длине головы рыбы.

Индекс обхвата – отношение длины тела к обхвату рыбы в наивысшей точке тела.

Индекс толщины тела – отношение длины тела к толщине рыбы в наивысшей точке тела.

Занести результаты в таблицу 2 и сравнить разные совокупности рыб по индексам.

Таблица 10

Экстерьерные индексы рыб

№ п/п	Индексы							
	прогонистости		большеголовости		обхвата		толщины	
	M±m	C _v	M±m	C _v	M±m	C _v	M±m	C _v

7. Проанализировать таблицы 1, 2, охарактеризовать выборку по морфометрическим показателям, сделать вывод.

Вопросы для контроля

1. Назовите основные морфометрические характеристики рыб.
2. Опишите экстерьерные индексы рыб.

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий (нет в наличии)

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов) *(при наличии)*

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины а) основная:

Сиротина М. В. Экологические проблемы водных экосистем [Электронный ресурс] : практикум / М-во образования и науки РФ, Костром. гос. ун-т, Каф. биологии и экологии. - Электрон. текст. данные. - Кострома : КГУ, 2017. - 36 с. - Библиогр.: с. 36.

Биоиндикация водных экосистем [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / М-во науки и высшего образования РФ, Костром. гос. ун-т. - Электрон. текст. данные. - Кострома : КГУ, 2018. - 224 с. - Библиогр.: с. 210-223. - ISBN 978-5-8285-0948-5

б) дополнительная:

Максимов, А. А. Межгодовая и многолетняя динамика макрозообентоса [Текст] / А. А. Максимов. - Санкт-Петербург : Нестор-История, 2018. - 258, [2] с. - Библиография: с. 203-259. - ISBN 978-5-4469-1486-9 : 200.00.

Константинов, А. С. Общая гидробиология : учебник для студ. биологических спец. высш. учеб. заведений. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 469, [3] с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 463-466. - Предм. указ.: с. 467-470. - 1.50.

Барина, С. С. Биоразнообразие водорослей - индикаторов окружающей среды / Ин-т эволюции Ун-та Хайфы [и др.]. - Тель-Авив : Русское издательство, 2006. - 498 с. : ил. - Библиогр.: с. 131-153. - ISBN 965-7272-18-1 : 100.00.

Алимов, А. Ф. Продукционная гидробиология = Production hydrobiologie / под ред. В. В. Хлебовича. - СПб. : Наука, 2013. - 342, [2] с. - Библиогр.: с. 307-341. - ISBN 978-5-02-038360-9 : 260.00.

Садчиков, А. П. Гидробиология : Прибрежно-водная растительность. - М. : Академия, 2005. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование) (Естественные науки). - Библиогр.: с. 226-238. - ISBN 5-7695-2244-5 : 217.93.

Генкал, С. И. Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна : [монография] / РАН [и др.]. - Рыбинск : Рыбинский Дом печати, 2009. - 72 с. : ил. - Библиогр.: с. 52-56. - Алф. указ. латинских назв. водорослей: с. 57-64. - ISBN 978-5-88697-186-6 : 150.00.

Яшнов, В. А. Практикум по гидробиологии : [учеб. пособие для студ. биол. спец. ун-тов]. - М. : Высшая школа, 1969. - 427, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 417-420. - Указ. родовых названий организмов: с. 421-425. - 1.10.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>
2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

Лаборатории, специально оборудованные кабинеты.

Учебный корпус «Е», ауд. № 116 Научная лаборатория (гидробиологии и ихтиологии)

Лабораторные столы: 2 пристеночных, 2 островных; 11 лабораторных стульев, мойка, сушилка, 2 шкафа для лабораторной посуды.

Полевое оборудование: батометр Рутнера, дночерпатель Экмана-Берджа, планктонные сетки, диск Секки, посуда для проб, мерные рейки;

Оборудование для камеральной обработки проб: микроскоп тринокулярный Микромед 2 вар. 3-20 – 1 шт.; микроскоп стереоскопический МС-2-ZOOM 2 CR- 1шт.;

микроскопы Биомед - 3, Биолам; стереоскопические лупы МБС -9, МБС-10; цифровая видеокамера для микросъемки; окулярные микрометры, объект-микрометры;

камеры Богорова, камеры Горяева; штепсельные пипетки, химическая посуда; препаровальные ванночки, препаровальные наборы; измерительная доска, штангенциркули; холодильник, термостат; мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110; фотокалориметр, рН-метр; весы Scout sri серия (Chaus); 2 компьютера.

Учебный корпус «Е» ауд. № 214 Лаборатория экологии

Лабораторные столы: 3 пристеночных, 3 островных; 12 лабораторных стульев, мойка, сушилка; 2 шкафа для приборов;

мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110 - 1шт.; анализатор жидкости комбинированный «Эксперт-001-2.0.1» - 1 шт.; амперометрический датчик растворённого кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-02; кондуктометр «Эксперт-002-2-6-п» - 1шт.; шумомер Testo 816 – 1шт.; термодатчик метал. ТДС-3 – 1 шт.; рН-метр; люксметр 6 шт; люксметр+яркомер ТКА; насос-пробоотборник – 2 шт.; дозиметр портативный - 2 шт. весы лабораторные ВЛА – 200; высотометр РН-5/1520; вилка мерная; бурав возрастной; микрофон

направленный; диктофон Sony; измеритель вибрационной чувствительности; баня водяная шестиместная ПЭ-4300; баня водяная прецизионная LOLPLB-212; центрифуга ОПН-3;

Свободно распространяемое программное обеспечение: офисный пакет