

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Солоненко Анна Александровна
Должность: Директор
Дата подписания: 28.01.2024 17:06
Уникальный программный ключ:
d9ba9a2cd160ab4af042f4c7ab077f8b050e51



Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Астраханский государственный
технический университет»
(ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»)

Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS
по международному стандарту ISO 9001:2015

ОТДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

профессионального модуля

ПМ. 01 Контроль качества среды обитания гидробионтов и их учет

специальность

35.02.09 Ихтиология и рыбоводство

(базовая подготовка)

Составитель (и):

Преподаватель первой квалификационной категории, Иванова А.И
Преподаватель, Хохлова М.А.

Рецензент: кандидат биологических наук, доцент кафедры «Аквакультура и экология» ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ» Кузнецова Н.В.

Методические указания по лабораторным занятиям профессионального модуля ПМ. 01 «Контроль качества среды обитания гидробионтов и их учет» для обучающихся по специальности 35.02.09 Иктиология и рыбоводство (базовая подготовка) . [Электронный ресурс]./ А.И. Иванова, М.А. Хохлова. – Рыбное, 2019. – 158 с. Режим доступа: <http://portal-drti.ru>

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании цикловой комиссии общепрофессиональных иктиологических дисциплин и профессиональных модулей, протокол № 1 от 30.08 2019 г.

© **Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»**

ВВЕДЕНИЕ

В программе подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) значительное внимание уделяется изучению водных экосистем.

Студенты, обучающиеся по специальности СПО 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) приобретают практические навыки профессиональной деятельности.

Гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований в процессе прохождения учебной практики (навыки полевых исследований) и при выполнении лабораторных работ (навыки лабораторных исследований).

Методические указания содержат описания методов исследования гидрологических и гидрохимических параметров водных экосистем.

Рассматриваются методы сбора и обработки проб по основным компонентам водного биоценоза: микрофлора, фито - и зоопланктон, высшая водная растительность, зообентос, а так же сбора ихтиологического материала.

Раздел 1. ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМАХ

Тема 1.1. ГИДРОЛОГИЯ ВОДОЁМОВ

Лабораторная работа №1

Расчёт основных морфологических величин озера

Цель работы: произвести расчет основных морфологических величин озера.

Оборудование: листы бумаги, простой карандаш, ластик, линейка; калькулятор.

Озеро – естественный водоем суши с замедленным водообменом.

Выделяют основные морфологические элементы: котловину, т.е. естественное понижение земной поверхности различного происхождения, в пределах которого и расположено озеро; ложе (или чашу) озера, непосредственно занятое водой (рис. 1, а).

Важным элементом озерной котловины является береговая область (рис. 1 б), которая при абразионном характере берега включает береговой уступ, побережье и береговую отмель. Последние два элемента озерной котловины часто называют литоралью, к характерным чертам которой относятся мелководность и воздействие волнения. За пределами литорали находится подводный откос (или сублитораль).

Глубоководная часть озера – это пелагиаль; дно озера называют профундалью. Развитие высшей растительности (макрофитов), как правило, ограничено литоралью. В пределах озера выделяют такие морфологические элементы, как плесы, заливы, бухты.

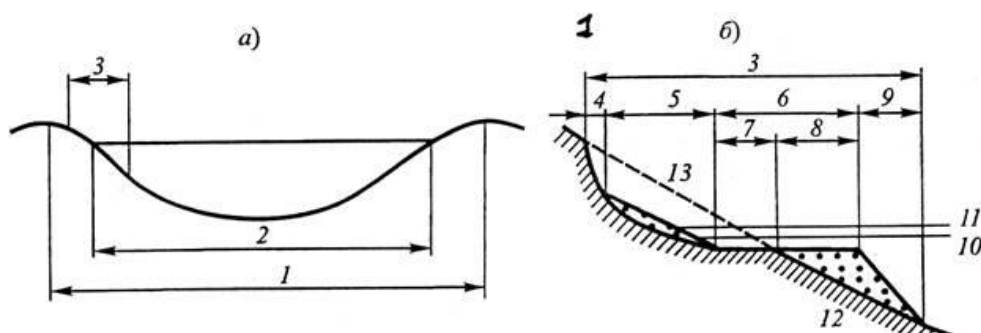


Рисунок 1- Схема озерной котловины (а) и ее береговой области (б):

1 – котловина; 2 – ложе (чаша); 3 – береговая область; 4 – береговой уступ; 5 – побережье; 6 – береговая отмель; 7, 8 – абразионная и аккумулятивная части береговой отмели; 9 – подводный откос; 10, 11 – низший и высший уровни воды; 12 – коренные породы; 13 – начальный профиль берега

Основными морфометрическими характеристиками озера служат (рис. 2):

площадь озера $F_{оз}$;

длина береговой линии $L_{бер.л.}$, проведенной по урезу воды;

длина озера $L_{оз}$ - кратчайшее расстояние по поверхности воды вдоль оси озера между наиболее удаленными точками береговой линии;

ширина озера $B_{оз}$ – расстояние между противоположными берегами озера, измеренное по линии, перпендикулярной оси озера в любой его части. Наибольшее значение последней величины называют максимальной шириной озера $B_{оз. max}$. Среднюю ширину озера вычисляют по формуле: $B = F_{оз}/L_{оз}$

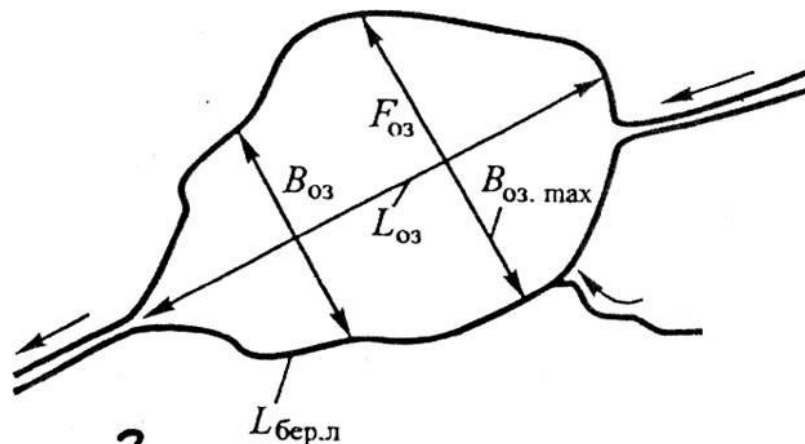


Рисунок 2 - Морфометрические характеристики озера

Важными морфометрическими характеристиками озера являются его глубина $h_{оз}$ (в разных частях озера она различна), максимальная глубина $h_{оз. max}$, средняя глубина $h_{оз. ср.}$, которая определяется по формуле: $h_{оз. ср.} = V_{оз} / F_{оз}$.

Изрезанность береговой линии определяется путем сравнения с длиной окружности круга, равновеликого по площади, согласно формуле:

$$k = \frac{L}{2\sqrt{\pi F}}$$

Объем воды в озере $V_{оз}$; (объем котловины), заполненный водой до определенного уровня, - вычисляется как сумма отдельных слоев котловины, заключенных горизонтальными плоскостями, проведенными друг от друга на расстоянии h , где h – толщина слоя между горизонтами изобат (сечение изобат):

$$V = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} h + \dots + \frac{F_n + F_{n+1}}{2} h$$

где $F_i, F_{i+1}, F_n, F_{n+1}$ – площади, ограниченные изобатами.

С изменением положения уровня воды в озере меняются все морфометрические характеристики.

Изменение объема и площади озера в связи с изменением положения уровня (глубины) может быть представлено **кривыми площадей** (батиграфической кривой), **объемов** и **средних глубин** (рис. 3).

Батиграфическая кривая показывает, какая площадь поверхности озера соответствует данной высоте стояния уровня или глубине, кривая объемов показывает, какой объем воды находится ниже любого заданного уровня (или глубины).

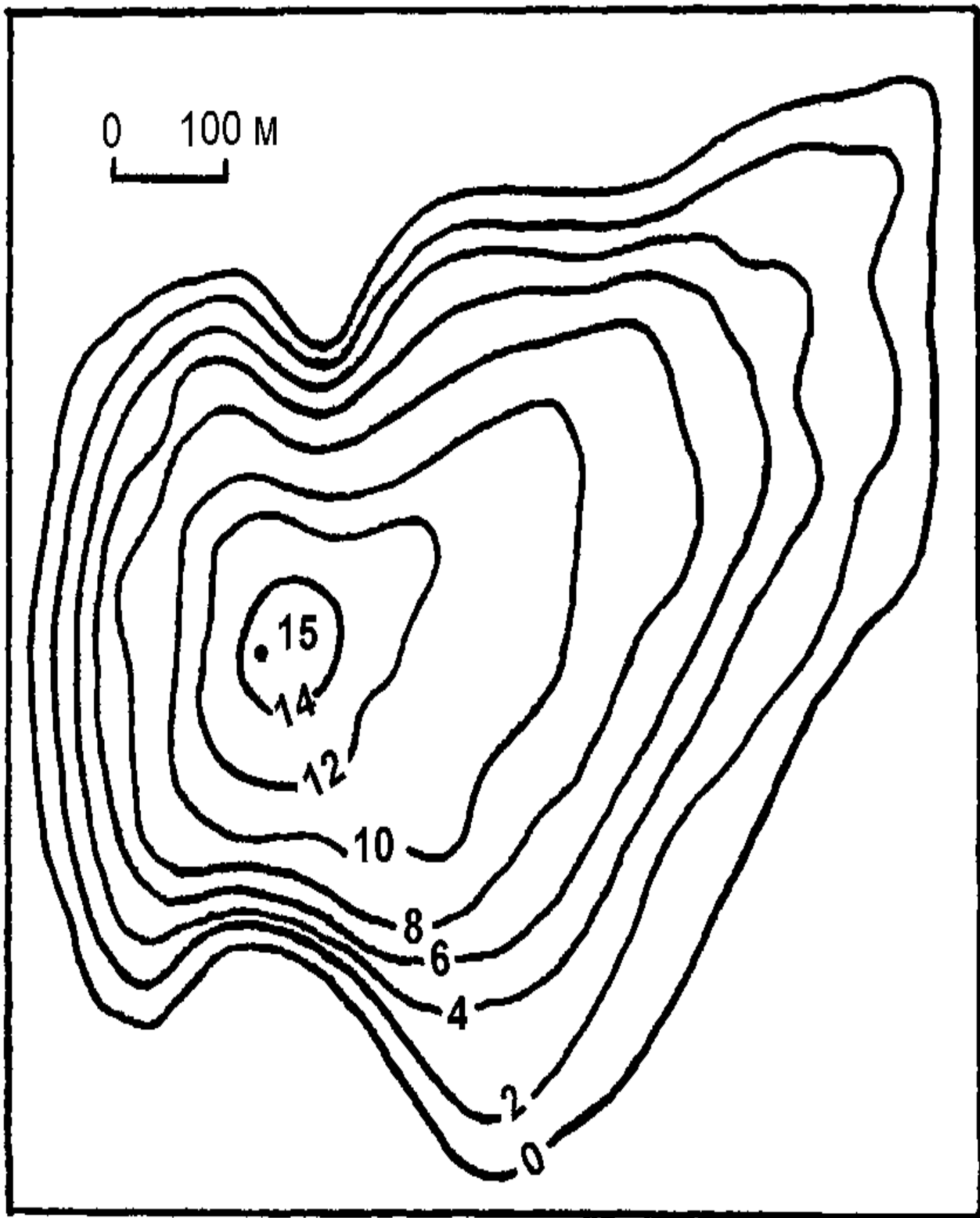


Рисунок 3 - План оз. Песчаного

Задание 1. Используя план оз. Песчаного (рис. 3), определить длину (l , м), среднюю ($V_{оз\ ср.}$, м) и наибольшую ($V_{оз\ max}$, м) ширину, среднюю ($h_{оз\ ср.}$, м) и максимальную (h_{max} , м) глубину озера, длину (L , м) и изрезанность береговой линии (k), построить кривые площадей и объемов.

Ход работы:

1. Вычертить план оз. Песчаного на кальку.
2. Показать на плане отрезками длину и максимальную ширину и согласно масштабу определить их величины. Эти и другие искомые характеристики с их символами, формулами и значениями для удобства вписать в таблицу 1.
3. Площадь водной поверхности озера определить с помощью палетки.

Таблица 1 - Морфометрические характеристики озера Песчаного

№	Характеристики	Символы и/или формулы	Значения
1	Длина озера, м		
2	Максимальная ширина, м		
3	Площадь водной поверхности, м ²		
4	Средняя ширина, м		
5	Мощность элементарного слоя, м		
6	Максимальная глубина, м		
7	Длина береговой линии, м		
8	Изрезанность береговой линии		
9	Объем озера, м ³		
10	Средняя глубина, м		

Лабораторная работа № 2

*Вычерчивание профиля поперечного сечения реки и расчет его основных морфометрических величин
(Построение горизонтального профиля реки)*

Цель работы: построить горизонтальный профиль реки.

Оборудование: миллиметровка (20 x 20 см); простой карандаш, ластик, линейка.

На продольном профиле отмечают: высоты характерных уровней реки, дна, берегов; поверхностные скорости; падение на 1 км уровней воды; береговую речную обстановку; населенные пункты. По горизонтальной оси откладываются расстояния от истока по реке, по вертикальной оси (всегда в более крупном масштабе) — высоты уровня воды.

Ход работы

При небольшой ширине реки измерение глубины можно произвести с лодки, либо с места. Глубину замеряют лотом (веревка, размеченная на сантиметры, на конце которой прикреплен груз).

Для составления профиля дна реки выбирают произвольный участок.

На этом участке реки от одного берега к другому натягивают размеченную через 1 м веревку и начинают проводить измерения, опуская в каждой точке лот. На реках шириной до 10 м промеры проводятся через 50 см, на более широких реках (до 50 м) – через 1-2 м. Результаты измерений записывают в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерений

Номер промера	Расстояние между промерами (м)	Глубина (м)	Примечание
Уровень левого берега	0,5	0,00	
1	0,5		
2	0,5		
3	0,5		
4	0,5		
5		0,00	
Уровень правого берега			

На основании проведенных измерений определяют ширину реки, максимальную глубину, а также строят поперечный профиль реки в выбранном масштабе.

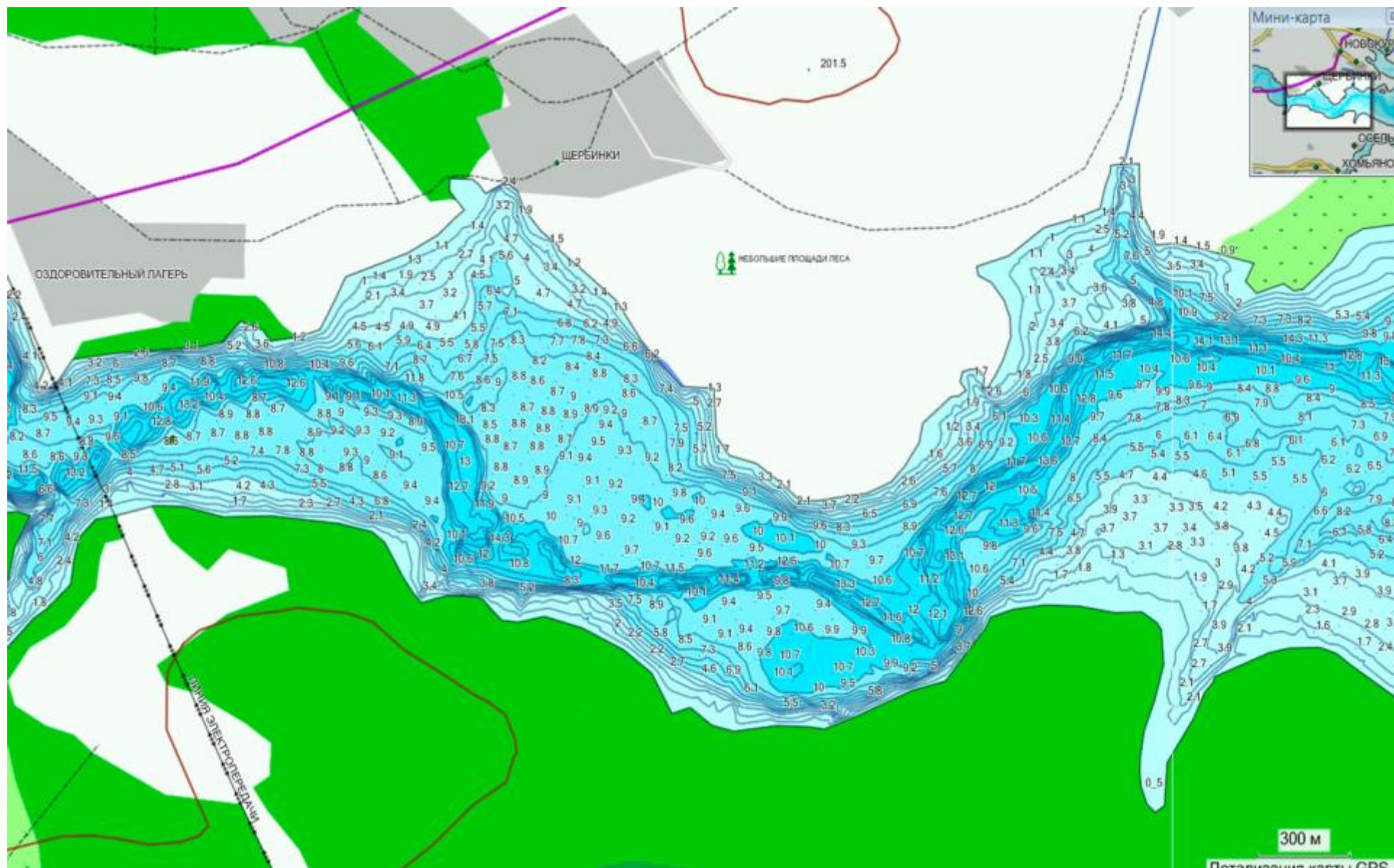


Рисунок 1 - Карта Глубин р. Ладоги

Лабораторная работа №3

Распределение стока по сезонам года и построение гидрографа

Цель работы: научиться строить гидрограф рек

Оборудование: миллиметровка (20 x 20 см); простой карандаш, ластик, линейка; калькулятор.

Для характеристики режима стока рек строится *гидрограф* – график изменения расходов воды (Q , м³/с) во времени $Q = f(t)$. Это графическое изображение колебаний среднесуточных или среднедекадных расходов воды в течение года или в различные сезоны года. При этом водоносность реки определяется ее питанием.

Выделяют *снеговое, дождевое, грунтовое и ледниковое* питание. На основании различных соотношений разных видов питания строится классификация рек М.И. Львовича. Если один из видов питания дает более 80% годового стока, говорят об *исключительном* значении данного вида питания. Если на его долю приходится от 50 до 80% - этому виду придается *преимущественное* значение. Если же ни один вид питания не дает более 50% стока, такое питание называют *смешанным*. Для ледникового питания диапазоны градаций (50 и 80%) снижены до 50 и 25%.

Задание 1. По данным таблицы 1 построить гидрограф р. Сулы (вариант А), р. Сосновки (вариант Б), расчленить его по видам питания, определить величину снегового, дождевого и грунтового питания и преимущественный тип питания.

Ход работы :

1. По данным таблицы 1 и в соответствии с масштабами построить на миллиметровке график изменения расходов в течение года. На оси ординат отложить значения расхода, на оси абсцисс – месяцы, разделенные на декады.

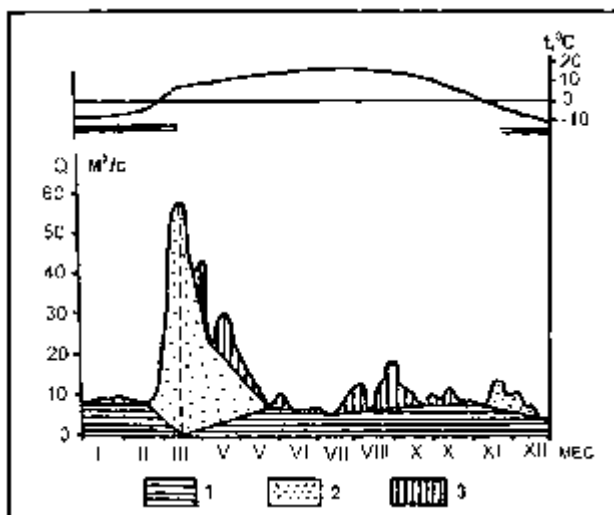


Рис. 1. Гидрограф реки с весенним половодьем

1 – грунтовое питание, 2 – снеговое питание, 3 – дождевое питание

Таблица 1

Таблица 1 – Среднедекадные расходы (Q , м³/с) и температура воздуха (t , °C) р. Сула у с. Варва в 2016 г. (А) р. Сосновка у с. Васильевка в 2016 г. (Б)

Дата	А		Б		Дата	А		Б	
	Q	t	Q	t		Q	T	Q	t
5.01	45	0	7	-6	5.07	20	+8	27	+8
15.01	46	-2	8	-5	15.07	15	+9	6	+8
25.01	30	-5	6	-7	25.07	20	+9	5	+10
5.02	18	-2	7	-6	5.08	35	+9	4	+12
15.02	15	0	7	-5	15.08	20	+8	3	+12
25.02	15	0	8	-5	25.08	40	+10	3	+10
5.03	195	+6	8	-3	5.09	60	+9	3	+9
15.03	150	+3	9	-1	15.09	40	+8	5	+7
25.03	165	+5	20	+4	25.09	30	+6	4	+4
5.04	100	+4	35	+6	5.10	35	+2	4	+2
15.04	70	+3	24	+4	15.10	37	+2	7	+1
25.04	100	+8	27	+4	25.10	30	+1	8	0
5.05	70	+7	14	+5	5.11	25	0	16	0
15.05	50	+7	8	+6	15.11	27	-1	5	-2
25.05	30	+6	8	+6	25.11	40	-2	10	-3
5.06	25	+6	10	+8	5.12	32	-3	8	-4
15.06	42	+7	8	+6	15.12	25	-6	7	-4
25.06	20	+8	8	+6	25.12	15	-6	6	-5

2. Вычертить график температурных изменений в течение года.
3. Расчленить полученный гидрограф на снеговое, дождевое и грунтовое питание. Для этого найти на графике самый высокий пик расхода, приходящийся на снеговое питание (определяется по смене отрицательных температур положительными). Считается, что в этот период грунтовое питание равно 0 (рис. 1). Ближе к лету его доля увеличивается, а количество снеговых вод уменьшается, и к концу мая они иссякают. Поэтому справа и слева от точки с нулевым питанием

грунтовых вод провести отрезки к ближайшим впадинам (участки кривой, где падение расхода сменяется его увеличением) на гидрографе. Участки графика с различным питанием заштриховать согласно условным знакам легенды.

4. Подсчитать количество см^2 , приходящихся на каждый вид питания. Для удобства полученные результаты занести в таблицу 2.

Таблица 2 -Расчет объемов разного вида питания реки

Питание	Площадь в см^2	«Цена» 1 см^2	Объем питания	
			м^3	%
Снеговое				
Дождевое				
Грунтовое				
Годовой объем стока			Σ	100

6. Определить «цену» 1 см^2 в единицах объема (м^3). Для этого 1 см вертикального масштаба (например, 10 $\text{м}^3/\text{с}$) надо умножить на 1 см горизонтального (например, 2 декады, т.е. 20 сут): $1 \text{ см}^2 = 10 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 20 \text{ сут} \cdot 86400 \text{ с} = 17,28 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.
7. Перемножив данные колонок 2 и 3 таблицы 8, рассчитать объемы стока снегового, дождевого и грунтового питания.
8. Используя классификацию М.И. Львовича, проанализировать процентное соотношение разных видов питания и определить преимущественный тип питания.

Лабораторная работа №4

Устройство и оборудование водомерного поста

Цель: научиться правильно ориентироваться в типах постов, знать их устройство и оборудование.

Оборудование: тетрадь, ручка, карандаш.

Задание: зарисовать типы разные типы водомерных постов и описать их

Речной водомерный пост представляет собой неподвижно установленную в воде вертикальную рейку с отчетливо нанесенными делениями. Рейки прикрепляют или к существующим сооружениям, например, к устоям мостов (рис. 1а), или к специально забитым сваям (рис.1б). При больших скоростях течения или сильном волнении рейки целесообразно устанавливать в специальных ковшах – ямах, вырытых в берегах и сообщающихся с руслом посредством небольших каналов.

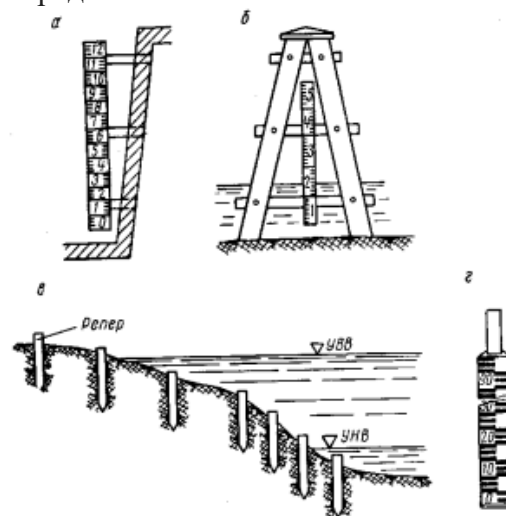


Рисунок1 -Типы водомерных постов:

а, б – речные; в – свайные; г – переносная рейка

Длина рейки водомерного поста определяется амплитудой колебания уровня воды. Ее нулевое деление устанавливается на 30–50 см ниже самого низкого уровня. Верхний конец рейки должен на такую же величину возвышаться над горизонтом самых высоких вод.

Речные водомерные посты являются самыми простыми наблюдательными пунктами. Однако устройство их на реках с пологими берегами и большой амплитудой колебания уровня воды, а также при сильном ледоходе, сопряжено со значительными трудностями. В этих случаях приходится устанавливать более капитальные свайные водомерные посты.

Свайный водомерный пост состоит из ряда свай, забитых в дно и берег реки по прямой линии, перпендикулярной к направлению течения (рис.1в). Количество свай и расстояние между ними зависит от амплитуды колебания уровня воды и рельефа берега. Сваи располагают таким образом, чтобы разность высот головок соседних свай составляла не более 0,8 м. Головка нижней сваи должна быть погружена в воду при самом низком

уровне на 25–50 см, а верхней – возвышаться на такую же высоту над самым высоким уровнем. Свайные водомерные посты образуются стандартными металлическими винтовыми сваями длиной 220 см, которые завинчиваются в грунт. Головка сваи окрашивается белой масляной краской, и на ней с двух сторон черной краской надписывается номер сваи. Сваи нумеруют сверху вниз с берега к реке. При отсутствии стандартных свай устанавливают временные деревянные или из отрезков металлических труб или балок. Головки свай должны быть строго горизонтальны. Основное требование к установке свай – неизменность их высотного положения.

Речные и свайные водомерные посты нивелируются, для чего у каждого поста устанавливается неизменная в высотном отношении точка, называемая репером. Цель нивелировки речного поста – установить отметки нулевого деления рейки, а свайного – отметки головок всех свай. Репер устанавливают в створе водомерного поста на расстоянии 15–20 м от возможной границы затопления.

Самопишущие водомерные посты непрерывно регистрируют колебания уровня воды. Установка самопишущего поста необходима при значительном суточном ходе уровня, а также при резких колебаниях уровня, вызываемых дождевыми паводками, приливами, сгонно-нагонными ветрами, работой гидротехнических сооружений. При большом разнообразии систем самописцев уровня все типы их состоят из двух основных элементов: датчика уровня и записывающего устройства.

Датчик уровня может быть поплавочным, манометрическим и др. Поплавочное устройство датчика является наиболее распространенным в гидрометрии. На гидрологической сети широко распространены самописцы «Валдай» суточного и ГР-38 месячного действия.

Самописец «Валдай» предназначается для непрерывной записи колебаний уровня воды (рис. 2). Он состоит из поплавковой системы и регистрирующего механизма. Поплавковая система состоит из пустотелого металлического поплавка 1 с грузом 2, который прикрепляется под поплавком. Поплавок подвешен на мягком тросе 3, на противоположном конце которого прикреплен груз-противовес 4. Поплавок и груз крепятся к тросу специальными зажимами 5. Трос надевается на поплавковое колесо 6, представляющее собой два соединенных диска – малый и большой. Поплавковая система при колебаниях уровня воды приводит во вращение барабан 7 самописца, сцепляющийся с осью поплавкового колеса.

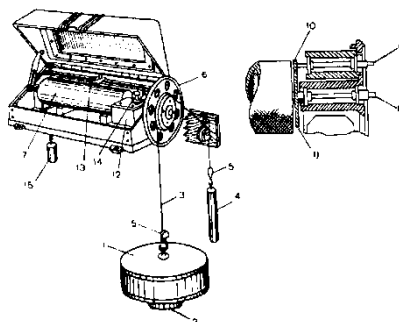


Рисунок 2 - Схема устройства самописца «Валдай»

Установка желаемого масштаба записи (табл.1) достигается следующим образом. Для записи хода уровня в масштабах 1:1 и 1:2 поплавковое колесо закрепляется на основной оси прибора 8; масштаб записи 1:1 будет получен при наложении троса на малый диск, а наложение троса на большой диск дает масштаб 1:2. Поплавок при указанных масштабах записи навешивается слева от поплавкового колеса. Для записи хода уровня в масштабах 1:5 и 1:10 поплавковое колесо закрепляется на вспомогательной оси 9. Трещина 10 сдвигается до сцепления ее с шестерней 11. Для получения записи в масштабе 1:5 трос надевается на малый диск, а для получения масштаба 1:10 – на большой диск. Поплавок при масштабах записи 1:5 и 1:10 навешивается справа от поплавкового колеса.

Таблица 1.Выбор масштаба записи уровня воды

Амплитуда колебания уровня, м	До 1	1–2	2–3	3–6
Рекомендуемый масштаб записи	1 : 1	1 : 2	1 : 5	1 :10

Регистрирующий механизм самописца состоит из барабана 7, часового механизма 12 и каретки 13 с пером, скользящей по двум направляющим стержням вдоль образующей барабана. Барабан вращается на подвижном центре, укрепленном в левом боку корпуса, и на основной оси 8 поплавкового колеса, укрепленной в правом боку корпуса. Для надевания ленты на барабан подвижный центр оттягивается от опорного гнезда и устанавливается на предохранитель. Барабан движением вперед и влево вынимают из прибора. Лента с обрезанными уголками накладывается на барабан, концы ее заправляются в прорезь и зажимаются поворотом рычага на щеке барабана. Установка барабана в прибор производится в обратном порядке.

Часовой механизм помещен во влагонепроницаемой коробке. Он действует от гиревого привода. На верхней стороне коробки укреплена заводная головка 14 и выведены два рычага – один из них, с индексом «ВКЛ», служит для пуска и остановки часового механизма, а другой, с индексами «П» (прибавить) и «У» (убавить), предназначен для регулировки хода.

Каретка с пером передвигается вдоль барабана действием часового механизма, передаваемым на каретку через стальную струну, навитую одним концом на барабанчик заводной головки 14; на свободном конце струны подвешена гиря 15. Каретка скреплена со струной зажимным винтом и после завода часового механизма может быть передвинута и закреплена в требуемом исходном положении.

Конструкция прибора допускает производить запись уровня при многократных оборотах барабана. На рис. 3а показана запись подъема уровня, при котором барабан больше двух раз обернулся вокруг оси, на рис.3б – развертка этой записи.

Для нормальной работы самописца уровня необходимо обеспечить своевременный завод часового механизма и смену ленты.

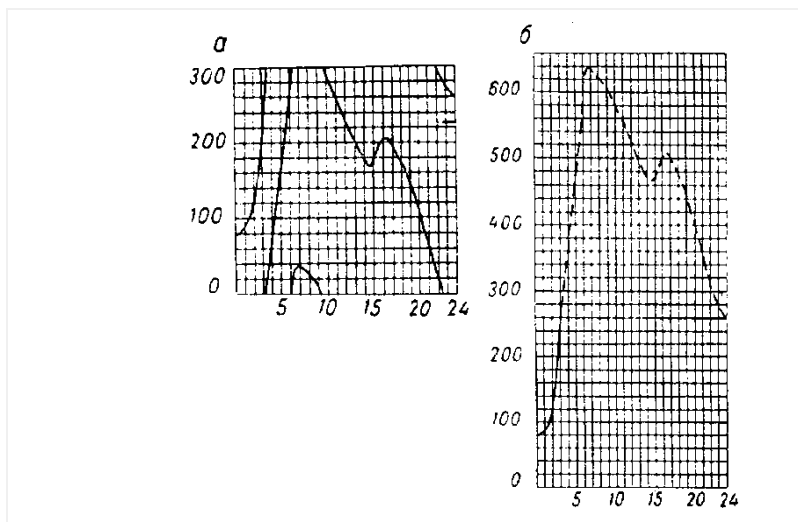


Рисунок 3 - Запись хода уровня на ленте самописца при многократном обороте барабана (а), развертка этой записи (б)

При смене ленты производят следующие работы:

1. подготавливают новую ленту; на ней проставляют порядковый номер, дату ее постановки, название реки и пункта наблюдения;
2. измеряют уровень на внешнем (на реке, озере) и внутреннем (в приемном резервуаре-колодце) постах с приведением отсчетов к нулю графика поста;
3. на старой ленте самописца делают засечку пером самописца на конце линии записи уровня и около засечки выписывают часы и минуты снятия ленты и величину уровня, приведенного к нулю графика поста, после чего старую ленту снимают;
4. заводят часовой механизм и проверяют правильность действия пишущего приспособления и часового механизма;
5. прочищают и заправляют чернилами перо самописца;
6. надевают на барабан новую ленту, на нее накладывают перо в точке, соответствующей времени и уровню в этот момент; на ленте делают засечку пером и около нее записывают время (час и минуты) и уровень по контрольному посту.

Усовершенствованной конструкцией самописца «Валдай» является прибор ГР-116 – самопишущий, поплавковый, с регистрацией уровня на диаграммной ленте и с цифровой индикацией, а также с преобразователем уровня в электрической сигнал для подключения к автоматической гидрометеостанции. Верхний предел измерения 10 м, масса прибора 16 кг.

Самописец уровня длительного действия ГР-38 рассчитан на автономную работу в течение 32 суток. В комплект прибора входят сменные шестерни, позволяющие устанавливать самописец на сроки автономной работы также 16 и 8 суток. При каждом из указанных сроков барабан с диаграммной лентой делает один оборот, поэтому масштаб

записи времени тем меньше, чем больше срок автономной работы самописца: при работе в течение 32 суток – 0,5 мм/ч, в течение 16 суток – 1 мм/ч, в течение 8 суток – 2 мм/ч. Пределы регистрации изменений уровня воды при масштабе записи уровня 1:10 – 3 м, а при масштабе 1:20 – 6 м.

Установка самописца уровня. В качестве опоры самописца могут использоваться элементы гидросооружений, а при отсутствии последних – сваи или специальная конструкция берегового колодца (рис.4).

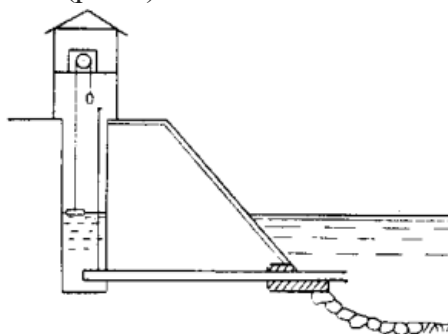


Рисунок 4- Береговой тип установки самописца

Колодец устраивается на берегу так, чтобы его верхняя поверхность была не менее чем на 1 м выше наивысшего уровня воды, а дно его – ниже на 1,0–1,5 м наинизшего уровня.

Дистанционные водомерные посты служат для передачи непрерывно или в определенные сроки показаний уровнемера на расстояние. Они имеют большое значение для диспетчерской службы на гидроэлектростанциях, шлюзах, водохранилищах, оросительных системах, а также в малонаселенных и труднодоступных районах, так как они не требуют постоянного обслуживания наблюдателем.

Дистанционный водомерный пост состоит из следующих основных элементов: датчика, канала связи, регистрирующего устройства, источника питания (рис.5).

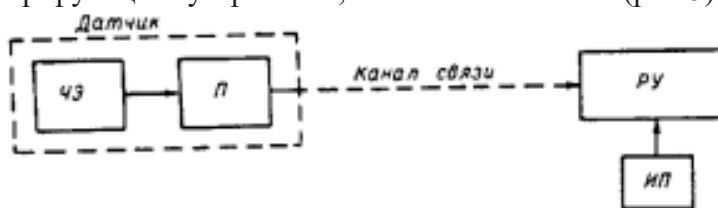


Рисунок 5 - Блок-схема дистанционного водомерного поста: ЧЭ – чувствительный элемент, П – преобразователь, РУ – регистрирующее устройство, ИП – источник питания.

Датчик состоит из чувствительного элемента и преобразователя. Чувствительный элемент непосредственно воспринимает изменения уровня. Применяются следующие типы чувствительных элементов: бесконтактные электрические, электроконтактные, поплавковые, гидростатические, акустические.

Бесконтактные электрические чувствительные элементы представляют собой металлический электрод в виде стержня, покрытый слоем изоляции. Электрод вместе со

средой (водой) образует конденсатор, емкость которого зависит от глубины погружения электрода.

Электроконтактные чувствительные элементы бывают непрерывного, дискретного и омического типов. Действие приборов первого типа основано на использовании контакта поискового электрода или пары электродов с поверхностью воды с последующей логической обработкой сигнала системой автоматического поиска.

К приборам второго типа относятся электроконтактные рейки, контакты на которых расположены на определенных расстояниях; при этом осуществляется дискретная регистрация положений уровня воды при его колебаниях. Действие омических приборов основано на том, что при погружении в воду натянутой проволоки, по которой пропускается переменный ток, падение напряжения изменяется обратно пропорционально глубине ее погружения.

Действие поплавкового чувствительного элемента ясно из описания самописцев «Валдай» и ГР-38.

Действие гидростатических чувствительных элементов основано на регистрации давления столба воды над прибором, устанавливаемым на дне водоема. В качестве чувствительного элемента используют сильфон, манометрическую коробку с упругой мембраной, на которую наклеены тензометрические датчики, сопротивление которых изменяется с изменением давления, а, следовательно, и уровня. В буйковом преобразователе изменение уровня воды вызывает соответствующее изменение выталкивающей (архимедовой) силы, приложенной к вертикально расположенному цилиндру, частично погруженному в жидкость. В свою очередь, эта сила вызывает пропорциональное изменение сопротивлений тензодатчиков, наклеенных на упругой пластине, соединенной с цилиндром. Буйковые преобразователи позволяют измерять уровни в пределах 0–16 м.

В акустическом преобразователе генератор ультразвука, расположенный над поверхностью воды посылает непрерывный сигнал, который отражается от этой поверхности и возвращается к приемнику, находящемуся в том же генераторе, с некоторым запаздыванием. Время запаздывания или частота запаздывания пропорциональны уровню. Акустические преобразователи позволяют измерять уровни от 1 до 64 м.

Назначение преобразователя состоит в преобразовании информации, поступающей в него от чувствительного элемента, в форму сигнала, удобную для передачи на регистрирующее устройство. Наиболее часто информация преобразуется в электрические сигналы – дискретные или непрерывные, которые передаются по каналу связи (проводной или беспроводной) в центр обработки и анализа информации.

Регистрирующее устройство может быть в виде самописца, стрелочного, шкального или цифрового указателя. Полученная информация вводится в ЭВМ для обработки.

Лабораторная работа № 5

Вычерчивание кривых температурного режима по сезону года. Работа с водными термометрами

Цель: ознакомиться с разными видами водных термометров

Оборудование: термометры

Задание 1. Зарисовать разные виды водных термометров и описать их.

Ход работы:

Измерение температуры воды производят с помощью ртутных термометров, электротермометров и самописцев температуры различных систем. При работе с ртутными термометрами сложность состоит в том, как сохранить показание термометра при его подъёме с заданного горизонта и снятии отсчёта.

Поверхностный (родниковый) термометр—это срочный ртутный термометр.

Резервуар термометра находится в металлическом или пластмассовом стакане. В этом стакане при подъёме термометра из воды и снятии отсчета остаётся вода, которая некоторое время сохраняет значение температуры на заданном горизонте (рис. 43 а). Поскольку объём воды небольшой, показания термометра не могут сохраняться долго. Кроме того, при подъёме термометра с какой-то глубины вода в стакане не-однократно меняется. При этом, если термометр проходит слои с разной температурой, вода в стакане будет иметь температуру, отличную от той, какая была на заданном горизонте. Следовательно, поверхностный термометр можно использовать только для измерения температуры воды на поверхности, в гомотермном слое, на мелководье и в реках, где вода перемешана по всей глубине.

Цена деления термометра равна $0,2^{\circ}\text{C}$, следовательно, отсчёт с термометра снимают с точностью до $0,1^{\circ}$

Глубоководный опрокидывающийся термометр.

Глубоководный опрокидывающийся термометр (рис. 43 б) используют для измерения температуры на разных горизонтах.

Он представляет собой стеклянную герметичную трубку (стеклянный корпус), внутри которой укреплены два ртутных термометра: основной и вспомогательный

Основной термометр устроен так, что при его опрокидывании часть ртути, вышедшей на заданном горизонте из ртутного резервуара в капилляр, отрывается и стекает в специальное расширение на конце этого капилляра (приёмник капилляра). Размеры этого расширения зависят от объёма ртути — волюма (от фр. «volume» — объём), отрывающегося при 0°C (значение волюма указано на самом термометре и в сертификате к нему). Таким образом, показания термометра при поднятии его с заданного горизонта сохраняются. В то же время при подъёме термометра и прохождении им слоев с разной температурой длина оторвавшейся части ртути изменяется. Если на поверхности теплее, длина ртути увеличится, если холоднее — уменьшится.

Вспомогательный термометр служит для измерения собственной (т. е. температуры внутри герметичной стеклянной трубки) температуры термометра при снятии отсчёта. Знание этой температуры необходимо, чтобы учесть величину изменения длины оторвавшегося столбика ртути при подъёме термометра и выхода его из воды (т. е. для того чтобы ввести поправку на изменение этой длины).

Цена деления термометров: Основного: $0,1$ или $0,01^{\circ}\text{C}$, точность отсчётов — $0,01$ или $0,001^{\circ}\text{C}$;

Вспомогательного: $0,2$ или $0,5^{\circ}\text{C}$, точность отсчётов — $0,1^{\circ}\text{C}$.

Перед началом работ на воде проверяют, не разбит ли термометр, не протекает ли ртуть через пробку, надёжно ли в стеклянной трубке закреплены основной и вспомогательный термометры, не болтаются ли они, нет ли в ртути пузырьков воздуха, разрывов (столбик

ртути осматривают в лупу). Опрокидывая термометр, смотрят, правильно ли происходит отрыв столбика ртути, который должен отрываться точно у основания глухого отростка, при этом ртуть из отростка должна полностью выливаться и заполнять приёмник капилляра. При свободном (без встряхивания или постукивания) опрокидывании термометра в исходное положение ртуть должна полностью вытечь из приёмника капилляра, заполнить глухой отросток и соединиться с основной массой ртути без каких бы то ни было просветов.

Хранить и перевозить термометры можно только в вертикальном положении ртутным резервуаром вниз.

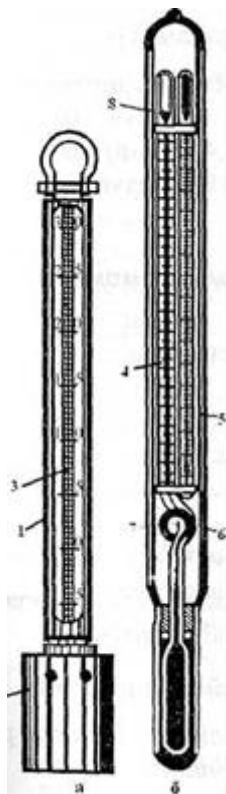


Рисунок 1– Термометры для измерения температуры воды:

а — поверхностный, б — глубоководный (1 — оправа, 2 — стакан, 3 — термометр, 4 — основной термометр, 5 — вспомогательный термометр, 6 — внешний стеклянный корпус, 7 — слепой отросток, 8 — приёмник капилляра)

Задание 2. Вычислите среднегодовую температуру. Построить график хода температур – общий и по сезонам года.

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Вар.1	-20°C	-14 °C	-8°C	4	6 °C	25°C	16°C	18 °C	10 °C	5°C	-11°C	-26 °C
Вар. 2	-36°C	-28°C	-15°C	-5°C	3°C	18°C	26°C	14°C	13°C	2°C	-9°C	-12°C
Вар. 3	-22°C	-13°C	-13°C	3°C	0°C	10°C	25°C	13°C	9°C	-3°C	-11°C	-20°C
Вар .4	-28°C	-22°C	-15°C	-7°C	5°C	15°C	23°C	18°C	16°C	7°C	-14°C	-23°C
Вар. 5	-21°C	-19°C	-12°C	9°C	17°C	28°C	30°C	18°C	12°C	5°C	-13°C	28°C

Лабораторная работа № 6

Изучение приборов для взятия проб донных отложений

Цель работы: рассмотреть и изучить приборы для взятия проб донных отложений
Оборудование: драга, дночерпатель.

Задание: описать и зарисовать приборы для взятия донных отложений

В водоемах и водотоках места отбора проб выбирают с учетом распределения донных отложений и закономерностей их перемещения. Отбор проб обязателен в местах, в которых донные отложения достигают максимального развития (места поступления сточных вод, зоны подпора боковых притоков и приплотинная часть в водохранилищах), а также в местах, где обмен загрязняющими веществами между водной массой и донными отложениями может характеризоваться экстремальными значениями (на судовом ходу, на участках водоемов с глубинами до 10 м, при ветровом перемещении, на перекатах рек и др.).

На водотоках при необходимости определения влияния сброса сточных вод на степень загрязненности донных отложений пробы отбирают выше и ниже мест сброса сточных вод.

$$C < 40 \frac{M^{0,5}}{c}$$

На водотоках с быстрым течением (коэффициент Шези) пробы отбирают на участках с установившимся динамическим равновесием между взвешенными частицами и донными отложениями, где отсутствует смыв последних. Точки взятия проб приурочивают к скоростным вертикалям. При отсутствии смены типа донных отложений по гранулометрическому составу в пределах 6 м полосы пробы по ширине реки отбирают через одну скоростную вертикаль. При наличии неравномерности распределения крупности частиц по ширине русла пробы отбирают на каждой промерной вертикали.

На водоемах пробы отбирают в створе питающих их водотоков, в зоне влияния сброса сточных вод, а также в зоне нижнего бьефа гидроузла или в районе истока реки (канала) из исследуемого водоема.

На водоемах пробы отбирают с периодом, соответствующим различным фазам гидрологического режима питающих их водотоков, сезонам года и динамике водных масс в водоеме.

Для отбора проб в зависимости от задач исследования и схем отбора проб применяются устройства (всех типов) систем:

обеспечивающих отбор проб донных отложений с нарушением стратификации (дночерпатели, драги);

обеспечивающих отбор проб донных отложений без нарушения стратификации (стратиметры, трубки различных конструкций).

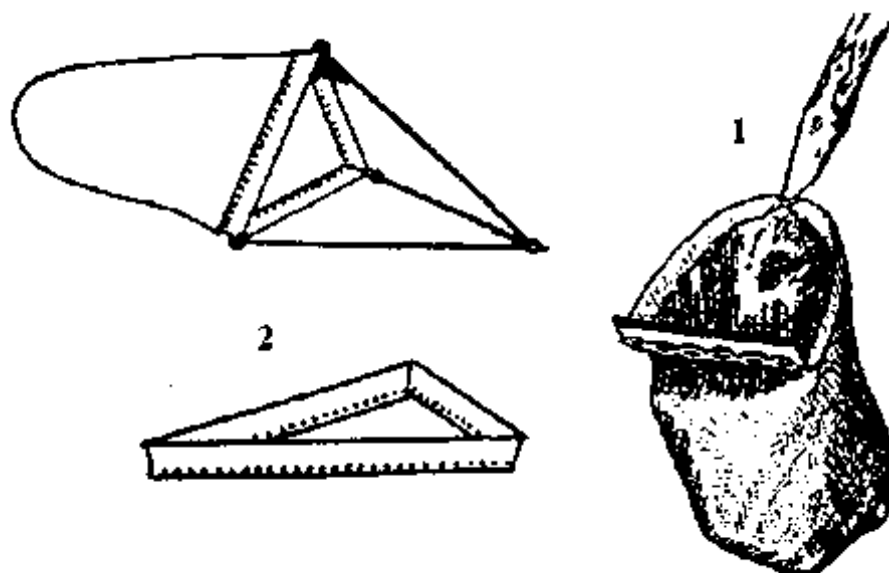


Рисунок 1 – скребок и драга

Драга - это трех- или четырехугольная металлическая рама, к которой с одной стороны пришит мешок из редкой крепкой ткани, а с другой -- три цепочки, соединяющиеся вместе в кольцо. К кольцу привязана длинная веревка (трос), с помощью которой ее тянут по дну пруда.

Штанговый дночерпатель используют в мелководных зонах. Он представляет собой металлическую цилиндрическую трубку с заостренными краями, прикрепленную к штанге. При нажиме на штангу дночерпатель врезается в грунт дна водоема и отбирает пробу. Дночерпатель Экмана -- Бреджа представляет собой металлическую коробку, в нижней части которой имеются два ковша, захлопывающиеся при помощи пружины, действующей под влиянием посылаемого по тросу металлического груза -- «почтальона». Он пригоден для отбора проб в глубоководных местах на мягких грунтах. Дночерпатель Петерсена применяют на песчаных, твердых и других грунтах. Он состоит из двух тяжелых железных ковшей, которые открываются и закрываются при отборе пробы бентоса с помощью специального спускного крюка. Работать с дночерпателем Петерсена следует только вдвоем на хорошо устойчивой лодке.

При этом закидывать (опускать) его в воду рекомендуется только с кормовой части лодки.

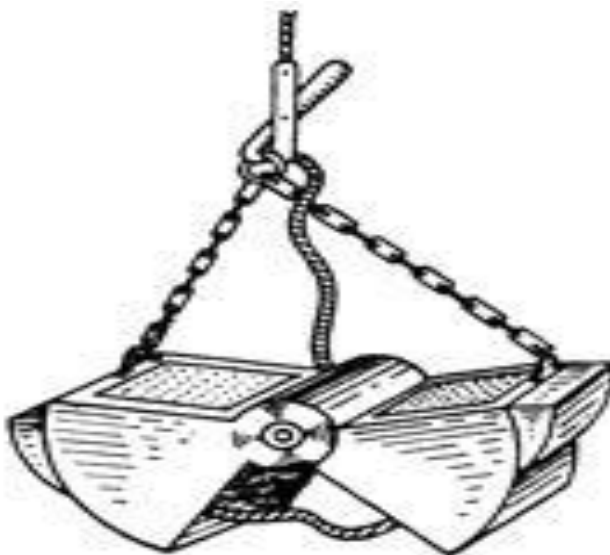


Рисунок 2 - Дночерпатель Петерсена (модифицированная модель)

Способы консервации и хранения проб донных отложений

Общим требованиям, предъявляемым к сосудам для хранения проб, предназначенным для анализа органических веществ, больше всего отвечают стеклянные емкости с тефлоновыми крышками. При отборе проб на тяжелые металлы следует использовать полиэтиленовые емкости. Емкости заполняют доверху с минимальным содержанием воды над поверхностью донных отложений. Допустимо использование полиэтиленовых мешков.

Пробы донных отложений, предназначенные для анализа загрязняющих веществ, хранят при температуре не выше плюс 5 °С не более 5-7 суток. В замороженном состоянии (минус 15 - минус 20 °С) допускается хранение проб в течение 2 месяцев. Перед началом анализа пробы следует разморозить и довести до комнатной температуры. Экстракты из донных отложений хранят только в стеклянных емкостях с притертыми или тефлоновыми пробками в темноте при температуре плюс 5 - плюс 7 °С. Сроки хранения экстрактов, предназначенных для различных загрязняющих веществ, указываются в соответствующих методиках их анализа.

Отбор и хранение донных отложений проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.01-80.

Лабораторная работа №7

Расчёты по определению твёрдого стока, стока наносов и модуля твёрдого стока

Цель работы: произвести расчет основных морфологических величин реки, определить объем речного стока.

Оборудование: тетрадь, ручка, калькулятор.

Для количественной оценки речного стока применяются следующие характеристики:

Объем стока (W , м^3) – количество воды, протекающее в русле реки через данный замыкающий створ, за определенный промежуток времени (за год):

$$W = TQ, (1)$$

где T – время, число секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с), Q – средний расход, $\text{м}^3/\text{с}$.

Норма стока (Y , $\text{м}^3/\text{с}$) – средняя арифметическая величина стока (расхода), вычисленная за длительный (более 50 лет) период. Также она рассчитывается по формуле:

$$Y = AF/T, (2)$$

где A – слой стока, мм; F – площадь водосбора, км^2 ; T – время, число секунд в году ($31,54 \cdot 10^6$ с).

Модуль стока (M , $\text{л}/\text{с} \cdot \text{км}^2$) – количество воды, стекающей с единицы площади (1 км^2) за единицу времени (с):

$$M = Q/F, (3)$$

где Q – средний расход, $\text{м}^3/\text{с}$; F – площадь водосбора, км^2 .

Слой стока (A , мм) – слой воды в мм, равномерно распределенный по площади F и стекающий с водосбора за некоторый промежуток времени:

$$A = W/F, (4)$$

где W – объем стока, м^3 ; F – площадь водосбора, км^2 .

Коэффициент стока (α , η , безразм.) – отношение величины (объема или слоя) стока к количеству выпавших на площадь водосбора атмосферных осадков, обусловивших возникновение стока:

$$\alpha (\eta) = A/X, (5)$$

где A – слой стока, мм; X – количество осадков, мм. Коэффициент стока изменяется от 0 до 1. Иногда его определяют с помощью эмпирических формул, например:

$$\alpha (\eta) = 1 - \sqrt{d / 4,8}, (6)$$

где d – средний многолетний дефицит влажности воздуха, мм.

Ход работы:

По данным, приведенным в таблице 1, и на основании формул (1-6) рассчитать характеристики речного стока, помеченные вопросительным знаком.

Таблица 1. - Коэффициенты для расчета характеристик речного стока

Вариант	У, м ³ /с	Q, м ³ /с	F, км ²	X, мм	W, м ³	M, л/с · км ²	A, мм	α (η)	d, мм
1	-	0,46	50	400	?	?	?	?	-
2	0,15	-	?	?	?	-	190	?	2,2
3	-	?	40	500	13·10 ⁶	?	?	?	-
4	-	?	50	600	?	?	300	?	-
5	-	?	40	1600	?	?	?	0,31	-
6	-	?	70	500	?	10,4	?	?	-
7	-	?	90	600	26·10 ⁶	?	?	?	-
8	-	0,40	70	500	?	?	?	?	-
9	-	?	5	200	?	?	180	?	-
10	?	-	50	450	?	-	?	?	2,5
пример	-	0,20	35	250	?	?	?	?	-

Примечание: «?» - найти, «-» - данные отсутствуют.

Методические указания.

Рассмотреть решение на примере, приведенном в таблице 1.

1. По формуле (1) определить объем стока (W, м³):

$$W = QT = 0,20 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 31,54 \cdot 10^6 \text{ с} = 6308000 \text{ м}^3 = 6,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

2. Зная расход (Q) и площадь водосбора (F), определить из формулы (3) модуль стока (M, л/с · км²), для чего значение расхода переводится из м³/с в л/с:

$$M = Q/F = 200 \text{ л/с} : 35 \text{ км}^2 = 5,7 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2.$$

3. Слой стока (A, мм) рассчитать с помощью формулы (4), для чего предварительно объем стока (W = 6,3 · 10⁶ м³) и площадь водосбора (Q = 35 км²) перевести, соответственно, в мм³ и мм²:

$$A = W/F = 6,3 \cdot 10^6 \cdot 10^9 \text{ мм}^3 : 35 \cdot 10^{12} \text{ мм}^2 = 180 \text{ мм}.$$

4. Коэффициент стока (α (η)) вычислить согласно формуле (5):

$$\alpha (\eta) = A/X = 180 \text{ мм} : 250 \text{ мм} = 0,72.$$

Таким образом, все искомые величины найдены. Аналогично с применением формул (1-6) решаются все тестовые задачи.

Тема 1.2. ГИДРОХИМИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМОВ

Лабораторная работа № 8

Определение химических и физических показателей воды

Химический состав природных вод является функцией целого ряда прямых и косвенных факторов. К прямым факторам, оказывающим непосредственное влияние на формирование состава вод, относятся: химический состав и свойства горных пород и почв, жизнедеятельность живых организмов и деятельность человека. К косвенным факторам относятся условия, определяющие протекание процессов взаимодействия веществ с водой, такие, как климатические условия, особенности рельефа, состав растительности и др.

Природные воды по своему составу весьма разнообразны: они содержат растворенные газы, соли, органические вещества. С некоторой условностью компоненты, содержащиеся в природных водах, можно разделить на следующие группы:

- главные ионы, т. е. ионы, содержащиеся в наибольшем количестве: хлоридные (Cl^-), сульфатные (SO_4^{2-}); гидрокарбонатные (HCO_3^-), карбонатные (CO_3^{2-}), натрия (Na^+), калия (K^+), магния (Mg^{2+}), кальция (Ca^{2+});
- растворенные газы: кислород (O_2), оксид углерода (IV) (CO_2), сероводород (H_2S) и др.;
- микроэлементы – все прочие химические элементы, присутствующие в природных водах в несравненно меньших количествах, чем главные ионы;
- органические вещества.

Кроме того, качество воды определяется такими характеристиками, как жесткость, щелочность, окисляемость и агрессивность, являющимися функцией совокупности нескольких компонентов химического состава вод.

Перечень наблюдаемых показателей качества воды определяется требованиями, предъявляемыми потребителями воды, составом и объемом сточных вод, их токсичностью.

Основными контролируемыми параметрами являются: температура воды, запах, содержание взвешенных частиц, цветность, общая минерализация, рН, содержание растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК), концентрация главных ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2+}), содержание биогенных компонентов (азот нитратный, нитритный, аммиачный, фосфор) и также специфических загрязняющих веществ: нефтепродуктов (НФПР), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), летучих фенолов, пестицидов, тяжелых металлов.

В зависимости от поставленных задач программа работ различается по количеству показателей.

При изучении качества природных вод необходимо соблюдать последовательность определения контролируемых компонентов. В первую очередь следует проводить анализ тех компонентов, которые изменяют свои свойства во времени: окисляются, испаряются или образуют нерастворимые соединения. Непосредственно в процессе отбора пробы или в течение суток после отбора рекомендуется провести определение: рН, цветности

воды, запаха, содержания растворенного кислорода, количества взвешенных частиц, общей минерализации.

Определение температуры воды

В настоящее время в практике гидрологических исследований широко используются термооксиметры (к примеру термооксиметр МАРК 2) и рН-метры (к примеру рН-метр Hanna), с помощью которых измеряется и температура воды.

Определение прозрачности воды

Прозрачность воды – показатель, характеризующий способность воды пропускать световые лучи. На прозрачность влияют взвешенные в воде различные вещества (в том числе и фитопланктон), температура и цвет воды.

Определение прозрачности воды – обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов. Увеличение количества грубодисперсных примесей и мутности характерно для загрязненных и эвтрофных водоемов.

Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Непосредственно на водоеме прозрачность воды измеряется диском Секки – стандартным белым диском диаметром 30 см, который опускается на маркированном через 0,1 м шнуре с теневой стороны лодки. В момент, когда диск становится невидимым, отмечают глубину, затем несколько опустив диск, медленно поднимают его и отмечают глубину, когда он становится видимым.

Величиной прозрачности по диску Секки является среднеарифметическая этих двух измерений. В лаборатории прозрачность воды определяется по шрифту Снеллина.

Степень прозрачности выражается высотой столба жидкости в см, через который отчетливо виден шрифт. Прозрачностью не менее 30 см должны обладать воды, подаваемые для питьевого водоснабжения без осветления.

Речные воды, кроме горных, могут иметь прозрачность 25 см. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Оборудование и материалы: цилиндр с плоским дном; шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линии букв – 0,5 мм; линейка, вода из водоема.

Ход работы:

Исследуемую воду наливают в цилиндр, под дно которого подкладывают на расстоянии 4 см шрифт, Сливают воду до тех пор, пока сверху через слой можно будет отчетливо прочесть этот шрифт. Высоту столба оставшейся воды измеряют линейкой. Определение производят при хорошем дневном рассеянном освещении на расстоянии 1 м от светонесущей стены.

Определение цветности воды в лабораторных условиях

Цветность воды – условно принятая количественная характеристика для описания цвета природной и питьевой воды, имеющей незначительную естественную окраску (ГОСТ Р 52769-2007 ВОДА. Методы определения цветности). Цветность является косвенным показателем количества содержащихся в воде растворенных органических веществ. Цветность природных вод обусловлена в основном присутствием окрашенных органических веществ (главным образом соединений гуминовых и фульвовых кислот) и соединений трехвалентного железа и некоторых других металлов (в виде естественных примесей или продуктов коррозии).

Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды. Количество влияющих на цветность веществ зависит от геологических условий, водоносных горизонтов, характера почв и т.п. Так, наибольшую цветность имеют поверхностные воды рек и озер, расположенных в зонах торфяных болот и заболоченных лесов.

Непосредственно на водоеме цветность воды определяют визуально по шкале цветности Фореля-Уле-Шокальского. Тот цвет, который виден в столбе воды над белым диском Секки, сравнивают с цветом растворов, налитых в пробирку шкалы цветности. В шкале цвет меняется от синего (№1) до желтого и от желтого до коричневого №21. Результаты записывают по номеру.

Пробу воды для последующего определения ее цветности в лабораторных условиях отбирают объемом не менее 200 см³ в емкость из полимерных материалов или стекла, не консервируют и анализируют как можно быстрее после отбора.

Для источников хозяйственно-питьевого водоснабжения окраска не должна обнаруживаться в столбике высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения – 10 см. Принцип метода состоит в определении оттенка, цвета, интенсивности окраски воды при таком разбавлении дистиллированной водой, когда исчезает окраска в столбике высотой 20 см для водоемов 1-го вида водопользования и 10 см – для водоемов 2-го вида.

Оборудование и материалы: цилиндры из бесцветного стекла; дистиллированная вода, вода из водоема.

Ход работы:

В цилиндры из бесцветного стекла наливают – в один исследуемую воду (натуральную или разбавленную) и во второй – дистиллированную до метки 20 или 10 см. Цилиндры просматривают сверху на белом фоне.

Отмечают разбавление, при котором цвет дистиллированной и разбавленной воды станет одинаковым. Записывают результат. В лаборатории определяется цветность путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами и выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы.

Определение водородного показателя (рН)

Водородный показатель выражают величиной рН, представляющей собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с обратным знаком; рН определяют в интервале от 1 до 14. Величина рН воды – один из важнейших показателей качества вод.

Содержание ионов водорода в природных водах определяется в основном количественным соотношением концентраций угольной кислоты и ее ионов. На величину рН природных вод влияет геология водосборного бассейна. На уровень рН также могут повлиять гумусовые кислоты, присутствующие в почвах. Гидролиз солей тяжелых металлов играет роль в тех случаях, когда в воду попадают значительные количества сульфатов железа, алюминия, меди и других металлов. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям.

Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. Величина рН воды также влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ (Гусева,

2005). В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов-источников питьевого водоснабжения величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5.

Оборудование, реактивы, материалы: рН-метр, эталонные растворы; дистиллированная вода; стаканчики на 20 мл; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

Перед началом работы ознакомиться с инструкцией на прибор. Определить рН исследуемой воды.

Определение минерализации

Минерализация – суммарное содержание в воде минеральных веществ.

Воды, содержащие большое количество солей, отрицательно влияют на растительные и животные организмы, технологию производства и качество продукции, вызывают образование накипи на стенках котлов, коррозию, засоление почв (Гусева, 2005). В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды суммарная минерализация не должна превышать величины 1000 мг/дм³ (Красовский, 2003).

Оборудование, реактивы, материалы: рН-метр Hanna с функцией определения общей минерализации, дистиллированная вода; стаканчики на 20 мл; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

Перед началом работы ознакомиться с инструкцией на прибор. Определить общую минерализацию исследуемой воды.

Лабораторная работа №10
Определение сероводорода в воде

Цель: научиться определять содержание сероводорода в воде.

Оборудование: реактивы, колбы, пипетки.

Сероводород образуется в воде при разложении органических веществ, содержащих серу, при обилии в воде сернокислых солей или за счет восстановительных реакций. Для определения сероводорода пробы воды берут с теми же предосторожностями, как и на выявление кислорода.

Количественное определение (йодометрический способ) — основано на окислении сероводорода йодом, выделяющимся из йодида калия при подкислении и воздействии на него перманганата калия. По количеству йода, израсходованного на окисление сероводорода, судят о содержании последнего во взятом объеме воды.

Реактивы:

1. 0,01 н раствор перманганата калия;
2. 0,01 н раствор гипосульфита натрия;
3. 10%-й раствор йодида калия;
4. серная кислота (1 : 3);
5. 1%-й раствор крахмала.

Ход работы: В коническую колбу на 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, подкисляют несколькими каплями раствора серной кислоты, добавляют 1 мл 10% -го раствора йодида калия, взбалтывают и титруют 0,01 н раствором перманганата калия до получения отчетливо выраженного желтого окрашивания. Избыток йода оттитровывают 0,01 н раствором гипосульфита натрия, добавляя 1%-й раствор крахмала. Разность между количеством добавленного раствора перманганата калия и количеством гипосульфита натрия, пошедших на титрование, будет соответствовать количеству 0,01 н раствора йода, израсходованного на окисление сероводорода в 100 мл исследуемой воды. Так, 1 мл 0,01 н раствора йода соответствует 0,17 мг сероводорода.

Таблица 1. - Определение содержания сероводорода в воде

Окрашивание воды в пробирке при просмотре		Содержание сероводорода, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,03
Нет	Слабо-зеленоватое, через 8 мин ясно-зеленоватое	0,06
Через 2 мин разницы с контролем нет	Ясно-зеленоватое	0,1
Через 1 мин очень слабо-светло-зеленое	Светло-зеленое	0,2
Через 1 мин светло-зеленое	Зеленое	0,6
Через 30 с светло-зеленое	Зеленое	1,0
Через 30 с ярко-зелено-синее	Зелено-синее	2,0
Через 30 с интенсивно-синее	Синее	5,0

Лабораторная работа №11

Определение различных форм угольной кислоты: свободной, карбонатных и гидрокарбонатных ионов

Цель: научиться определять содержание карбонатов в воде.

В большей части поверхностных вод среди главных анионов преобладают гидрокарбонаты. Основным источником гидрокарбонатных и карбонатных ионов являются процессы химического выветривания карбонатных пород. Значительные количества гидрокарбонатных ионов поступают с атмосферными осадками и грунтовыми водами.

В поверхностных водах содержание гидрокарбонатных и карбонатных ионов колеблется от 1 до 500 мг/л. Соотношение между концентрацией гидрокарбонатных и карбонатных ионов зависит от концентрации ионов водорода и, следовательно,

определяется величиной рН исследуемой воды. При рН = 6-10 ионы HCO_3^- являются основной формой существования в воде двуокиси углерода. При рН менее 4 гидрокарбонатные ионы практически отсутствуют (в воде угольная кислота и двуокись углерода); при рН более 7 появляются карбонатные ионы, которые при рН более 10,5 становятся главной формой существования производных угольной кислоты.

Оборудование: реактивы, материалы: колбы на 150-200 мл; раствор метилоранжа; 0,1 н раствор соляной кислоты; пипетки на 5-10 мл; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

Берут 100 мл исследуемой воды в предварительно сполоснутую той же водой колбу, добавляют 2 капли метилоранжа и титруют 0,1 н раствором соляной кислоты до перехода окраски из лимонного цвета в апельсиновый.

Расчет

$$\text{мг-экв.} \quad \text{HCO}_3^-/\text{л} = (V_{\text{HCl}} * 1000) / V_{\text{H}_2\text{O}}$$

где V_{HCl} – объем раствора соляной кислоты, пошедшей на титрование пробы воды, мл;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ – объем исследуемой пробы воды, взятой на титрование, мл; 61 – масса одного эквивалента HCO_3^-

$$\text{мг HCO}_3^-/\text{л} = (n * 1000 * 61) / V$$

где 61 – масса одного эквивалента HCO_3^- ; n – 0,1 н

Реактивы:

Раствор соляной кислоты, х.ч., 0,1 н готовится из фиксанала разбавлением водой, свободной от CO_2 , до 1 л 8,3 мл концентрированной HCl ; Раствор метилоранжа готовят растворением 0,1 г метилового оранжевого в 100 мл дистиллированной воды.

Лабораторная работа № 12

Определение щелочности воды

Цель: определение щелочности воды.

Щелочность – это концентрация суммы анионов слабых кислот (главным образом анионов угольной кислоты), присутствующих в водах, которая может быть определена при титровании пробы сильной кислотой.

Различают три формы щелочности: свободную, карбонатную и общую.

Свободная щелочность обусловлена гидроксидными и карбонатными ионами. Ее определяют количеством кислоты, идущей на титрование воды до рН 8,3.

Карбонатная щелочность зависит от наличия в воде только анионов угольной кислоты, т.е. карбонатных, гидрокарбонатных ионов, и определяется количеством кислоты, идущей на титрование воды до эквивалентной точки рН 4.

Общая щелочность обусловлена присутствием в воде анионов слабых кислот органического и неорганического происхождения, а также гидроксид-ионов.

В пресных незагрязненных водах карбонатная щелочность нередко настолько велика по сравнению со щелочностью, вносимой другими анионами, что ее можно принимать равной общей щелочности.

Гидрокарбонатные и карбонатные ионы поступают в поверхностные воды в основном в результате химического выветривания и растворения карбонатных пород. Значительные количества гидрокарбонатных ионов поступают с атмосферными осадками и грунтовыми водами. Кроме того, гидрокарбонатные и карбонатные ионы попадают в водоемы со сточными водами предприятий химической, силикатной и содовой промышленности.

В речных водах содержание гидрокарбонатных и карбонатных ионов колеблется от 30 до 400 мг/л, в озерах – от 1 до 500, в атмосферных осадках их концентрация составляет 30...100, в грунтовых водах — 150...300 мг/л. В подземных водах их содержание заметно возрастает от 150 до 900 мг/л.

Концентрация гидрокарбонатных и карбонатных ионов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям. В маломинерализованных водах ее колебания достаточно четко коррелируют с изменением общей минерализации воды. Важнейшими факторами, определяющими концентрацию этих ионов, являются характер питания реки

(снеговое, ледниковое, дождевое), меняющиеся соотношения между поверхностным и подземным стоками и т. д.

Щелочность является важной характеристикой поверхностных вод, по которой можно судить об основных гидрохимических и геохимических процессах, таких, как формирование химического состава вод, эрозия земной поверхности, образование осадочных пород, в частности карбонатных пород.

Величину щелочности вместе со значениями рН воды используют для расчетов компонентов карбонатного равновесия (общее количество $\text{CO}_2 + 40 \text{H}_2\text{CO}_3$, свободный CO_2 и т. д.), для расчета баланса угольной кислоты, что необходимо при исследовании карбонатной системы водоема.

Определение щелочности, особенно свободной, проводят не позднее чем через 24 ч после отбора пробы. При невозможности проведения анализа в указанное время для

определения щелочности следует иметь отдельную пробу, набранную «под крышку» и плотно закрытую.

Оборудование и материалы: пипетки Мора; микробюретка; конические широкогорлые колбы на 100 мл, 0,01 н. раствор соляной кислоты; 0,5%-ный раствор фенолфталеина; 0,05%-ный раствор метилового оранжевого.

Ход работы:

Свободная щелочность (р). Берут 10 мл пробы (воду с высокой щелочностью берут в меньшем количестве), добавляют 10 мл прокипяченной и охлажденной дистиллированной воды. Прибавляют 2 капли раствора фенолфталеина и титруют на белом фоне 0,01 н. раствором соляной кислоты до полного обесцвечивания.

Общая щелочность (т). Берут 10 мл пробы, прибавляют 3 капли метилового оранжевого и титруют на белом фоне 0,01 н. раствором соляной кислоты до начала перехода окраски метилового оранжевого из желтой в оранжевую.

Расчет. Свободную (р) и общую щелочность (т), мг-экв/л, вычисляют по формулам:

$$p = a_k \cdot 0,01 \cdot 1000/V ; \quad t = b_k \cdot 0,01 \cdot 1000/V ,$$

где а – объем 0,01 н. раствора соляной кислоты, израсходованной на титрование по фенолфталеину, мл;

к – поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора HCl к точно 0,01 н.;

V – объем пробы, взятой для титрования, мл;

б – объем 0,01 н. раствора соляной кислоты, израсходованной на титрование по метиловому оранжевому, мл;

Лабораторная работа № 13

Определение общей жесткости

Жесткость воды обусловлена катионами кальция и магния. Суммарное содержание солей этих металлов в воде называют общей жесткостью. Общая жесткость подразделяется на карбонатную (обусловлена гидрокарбонатами кальция и магния) и некарбонатную (обусловлена кальциевыми и магниевыми солями сильных кислот). При кипячении воды гидрокарбонаты переходят в карбонаты, выпадающие в осадок.

Жесткость воды колеблется в широких пределах. Вода с жесткостью менее 2 мг - экв/л считается мягкой,, от 2 до 4 мг - экв/л — средней, от 4 до 6 мг - экв/л — жесткой и выше 6 мг - экв/л — очень жесткой. Высокая жесткость ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей горьковатый вкус и оказывая действие на органы пищеварения.

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды величина общей жесткости воды не должна превышать 7,0 мг-экв/дм³. Обычно общая щелочность воды равна карбонатной жесткости.

Некарбонатную жесткость рассчитывают по разнице между общей и карбонатной жесткостью.

Оборудование: реактивы, материалы: колбы на 150-200 мл; буферный раствор; индикатор; трилон Б; 20%-ный Na₂S; пипетки на 5-10 мл; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы: Влияние взвешенных и коллоидных веществ устраняется фильтрованием. К 50-100 мл исследуемой воды добавляют 5 мл буферного раствора, 5-7 капель индикатора и титруют трилоном Б до перехода окраски из вишнево-красной в сине-голубую. При наличии тяжелых металлов до прибавления индикатора в пробу капают 8-10 капель 20%-ного Na₂S.

Расчет.

Общую жесткость в мг-экв/л (Ca²⁺+Mg²⁺) определяют по формуле:

$$X = \frac{N * V_{тр} * 1000}{V}$$

где N – нормальность трилона Б,

V_{тр} – объем трилона Б, пошедшего на титрование пробы, мл,

V – объем воды, взятой на определение.

Лабораторная работа №14 *Определение катионов кальция в воде*

Кальций – один из наиболее распространенных катионов природных вод. Он поступает в воду в результате выщелачивания из пород и почв. Содержание кальция в водах лимитируется концентрацией CO_2 .

Поверхностные воды при равновесии с атмосферным CO_2 могут содержать 20-30 мг/л кальция при насыщении. Содержание иона кальция в поверхностной воде увеличивается до 40-50 мг/л за счет комплекса оксида углерода(IV), гидрокарбоната и карбоната кальция. В сульфатных водах содержание иона кальция определяется растворимостью сульфата кальция и может быть довольно высоким (до 600 мг/л). При увеличении содержания оксида углерода(IV) концентрация кальция в поверхностных водах достигает 100 мг/л и более. Основными техногенными источниками поступления Ca^{2+} в природные воды являются предприятия силикатной, содовой промышленности и залповые сбросы промывочных вод при регенерации ионообменных водоподготовительных установок.

Определение катионов кальция и выполняют непосредственно после отбора пробы. Пробы не консервируют. Если после отбора сразу выпадает осадок карбоната кальция, его растворяют, предварительно отобрав сифоном прозрачный слой над осадком, прибавлением приблизительно 2 мл соляной кислоты (1 : 1). Затем отобранный сифоном раствор и жидкость с растворенным осадком соединяют вместе, при необходимости фильтруют, нейтрализуют и приступают к анализу.

Оборудование и реактивы: пипетки Мора, бюретка, конические широкогорлые колбы на 250 мл, 0,02 н. раствор трилона Б; 2 моль/л раствора NaOH: 80 мг гидроксида натрия растворяют в прокипяченной дистиллированной воде в мерной колбе на 1 л и доводят до метки; мурексид: в фарфоровой ступке растирают 0,5 г мурексида и 100 г хлорида натрия.

Ход работы:

В коническую колбу пипеткой вносят необходимый объем исследуемой воды, добавляют дистиллированную воду до общего объема 100 мл (мензуркой), прибавляют 2 мл раствора гидроксида натрия в концентрации 2 моль/л и 10-15 мг мурексида. Жидкость тщательно перемешивают, после чего титруют 0,02 н. раствором трилона Б до перехода окраски индикатора в фиолетовую. Расчет. Вычисление содержания Ca^{2+} , мг- экв/л, проводят по формуле:

$$X = nN \cdot 1000 / V,$$

где n – объем раствора трилона, пошедшего на определение, мл; N – нормальность раствора трилона; V – объем воды, взятой для определения, мл.

Лабораторная работа № 15

Определение хлоридов в пресной воде

Высокая растворимость хлоридов объясняет широкое распространение их во всех природных водах. Первичными источниками хлоридов в природных водах являются магматические породы, а также обмен с океаном и взаимодействие осадков с почвами.

Существенное влияние оказывают промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Хлориды обладают большой миграционной способностью вследствие хорошей растворимости. В проточных водоемах содержание хлоридов обычно невелико (20-30 мг/л). Незагрязненные грунтовые воды в местах с несолончаковой почвой обычно содержат до 30-50 мг/л хлор-иона. В водах, фильтрующихся через солончаковую почву, в 1 мл могут содержаться сотни и даже тысячи миллиграммов хлоридов. Вода, содержащая хлориды в концентрации более 350 мг/л, имеет солоноватый привкус, а при концентрации хлоридов 500-1000 мг/л неблагоприятно влияет на желудочную секрецию. Содержание хлоридов является показателем загрязнения подземных и поверхностных водоисточников и сточных вод.

Оборудование, реактивы, материалы:

Колбы на 150-200 мл; раствор хрома калия; раствор азотнокислого серебра; пипетки на 5-10 мл; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

К 50-100 мл исследуемой воды (в зависимости от количества хлоридов) прибавляют 0,5-1 мл раствора хромата калия и титруют при непрерывном помешивании раствором азотнокислого серебра до перехода желто-зеленого цвета в бурый. Одновременно проводят определение холостой пробы. Для установления конечной точки титрования целесообразно использовать «свидетель».

Расчет.

Содержание хлоридов мг Cl/л рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{(a_1 - a_2) * N * 35.45 * 1000}{V}$$

где a_1 – объем раствора азотнокислого серебра, пошедшего на титрование пробы, мл;

a_2 - объем раствора азотнокислого серебра, пошедшего на титрование холостой пробы, мл;

N – нормальность азотнокислого серебра;

V – объем пробы, взятой на определение, мл.

Лабораторная работа № 16

Определение сульфатов

Сульфаты являются одним из важнейших анионов поверхностных вод. Поступают сульфаты в процессе химического выветривания и растворения серосодержащих минералов, в результате жизнедеятельности растительных и животных организмов, с подземными стоками.

Содержание сульфатных анионов в воде ограничивается сравнительно малой растворимостью, но при низких концентрациях кальция, а также в присутствии посторонних солей концентрация сульфатов может значительно повышаться. При отсутствии кислорода под действием сульфатредуцирующих бактерий сульфаты восстанавливаются до сероводорода. Сульфиды и сероводород в присутствии кислорода могут вновь окислиться до сульфатов.

Оборудование, реактивы, материалы: Колбы на 150-200 мл; шприц-дозатор с пипеткой для титрования; пипетки на 5-10 мл; рН-метр Hanna; соляная кислота; раствор ортанилового К; раствор хлорида бария; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Поместите в склянку 2,5 мл пробы воды, используя для точности пипетку-капельницу. Доведите рН анализируемой воды до рН=4, добавляя по каплям раствор гидроксида натрия либо соляной кислоты. Добавьте пипеткой-капельницей до метки «5 мл» в склянку с пробой раствор ортанилового К. Закройте склянку пробкой и перемешайте раствор. Соедините шприц-дозатор с пипеткой для титрования. С помощью шприца наберите в пипетку для титрования раствор хлорида бария. Постепенно, по каплям титруйте содержимое склянки раствором хлорида бария до появления не исчезающей зеленовато-голубой окраски. Определите объем раствора хлорид бария, израсходованного на титрование (V_{BaCl_2} , мг).

Примечание: для четкого определения точки эквивалентности при титровании окраску пробы анализируемой воды рекомендуется сравнивать с окраской холостой пробы (склянка с таким же объемом анализируемой воды и индикатора).

Рассчитайте концентрацию сульфатов (C_c , мг/л) в анализируемой воде по формуле:

$$C_c = \frac{48,02 \times V_{BaCl_2} \times C_{BaCl_2} \times 1000}{V_{H_2O}} = 384 \times V_{BaCl_2}$$

где 48,02 – молярная концентрация эквивалента сульфата, г/моль;

1000 – коэффициент пересчета единиц измерений из г/л в мг/л;

C_c – массовая концентрация сульфатов в воде, мг/л;

V_{BaCl_2} – объем раствора хлорида бария, израсходованного на титрование, мг;

C_{BaCl_2} – концентрация раствора хлорида бария, взятого для титрования, 0,02 моль/л эквив.;

V_{H_2O} – объем пробы, взятой для титрования, равный 2,5 мл.

Примечание: при разбавлении пробы концентрацию сульфатов рассчитывают по формуле:

$$C_c = 384 \times V_{BaCl_2} \times n$$

где n – коэффициент разбавления.

Лабораторная работа № 17

Определение перманганатной окисляемости воды

Под окисляемостью воды понимают количество кислорода искусственно введенного окислителя (например, KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), идущие на окисление содержащихся в воде органических веществ. Различают перманганатную и бихроматную окисляемость. Метод перманганатной окисляемости дает представление о содержании в воде легко окисляющихся органических веществ.

Метод бихроматной окисляемости соответствует полному окислению органических веществ (легко и трудно окисляющихся), за исключением некоторых белковых соединений. Обычно перманганатная окисляемость составляет 40-50% от истинной окисляемости органических веществ, то есть полного окисления органического углерода до CO_2 . Повышенная окисляемость может указывать на загрязнение воды.

Наименьшую окисляемость (до 1-2 мг/л O_2) имеют глубокие подземные воды, относящиеся к 1-му классу. Окисляемость подземных вод, относящихся ко 2-му и 3-му классам, может быть повышена, но не более 5 и 15 мг/л O_2 соответственно. В грунтовых водах окисляемость обычно выше (до 2-4 мг/л), причем тем больше, чем выше цветность воды. Поэтому высокая окисляемость при небольшой цветности вероятнее указывает на загрязнение воды. В воде открытых водоемов окисляемость повышается до 5-6 мг/л в реках и до 6-8 мг/л в водохранилищах, достигая еще больших величин в водах болотного происхождения. Вода считается пригодной для хозяйственных и питьевых целей, если перманганатная окисляемость ее не превышает 3,0 мг/л.

Оборудование, реактивы, материалы: колбы на 250 мл; разбавленная серная кислота; 0,01 н раствор перманганата калия; 0,01 н раствор щавелевой кислоты; бидистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

В коническую колбу на 250 мл вносят 10-50 мл исследуемой воды. В зависимости от предполагаемого содержания органического вещества доводят объем до 10 мл бидистиллированной водой, приливают 5 мл разбавленной серной кислоты, 10 мл 0,01 н перманганата калия. Смесь нагревают так, чтобы она закипела через 5 мин и кипятят ровно 10 мин. Если окраска осталась розовой, то к нему добавляют 10 мл 0,01 н раствора щавелевой кислоты. Обесцвеченную еще горячую смесь (80-90 °С) титруют 0,01 н раствором перманганата калия до слабо-розовой окраски. Перманганатную окисляемость в мг/л определяют по формуле:

$$X = \frac{[(a_1 + a_2) * N_a - B * N_b] * 8 * 1000}{V}$$

где a_1 и a_2 – количество раствора перманганата, прибавленного в начале и конце определения,

B – количество добавленной щавелевой кислоты,

N_a – нормальность перманганата калия,

N_b – нормальность щавелевой кислоты,

V – объем пробы.

Для определения нормальности перманганата калия в оттитрованную еще теплую холостую пробу прибавляют 10 мл 0,01 н щавелевой кислоты и титруют перманганатом калия. Нормальность рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{10 * 0.01}{V}$$

где V – объем перманганата калия, пошедшего на титрование, мл (Шестерин, 1985).

Лабораторная работа №18

Определение биохимического потребления кислорода (БПК)

В природной воде водоемов всегда присутствуют органические вещества. Их концентрации могут быть иногда очень малы (например, в родниковых водах).

Природными источниками органических веществ являются разрушающиеся останки организмов растительного и животного происхождения; техногенные источники органических веществ: транспортные предприятия (нефтепродукты), лесоперерабатывающие комбинаты (лигнины), мясокомбинаты (белковые соединения), сельскохозяйственные и фекальные стоки и т.д. Органические загрязнения попадают в водоем разными путями, главным образом со сточными водами и дождевыми поверхностными смывами с почвы.

В естественных условиях органические вещества в воде разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокиси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. В водоемах с большим содержанием органических веществ большая часть растворенного кислорода потребляется на биохимическое окисление. Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации растворенного кислорода, и эта убыль косвенно является мерой содержания в воде органических веществ. Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК).

Определение БПК основано на измерении концентрации растворенного кислорода в пробе воды непосредственно после отбора, а также после инкубации пробы. Инкубацию пробы проводят без доступа воздуха в кислородной склянке в течение времени, необходимого для протекания реакции биохимического окисления. Так как скорость биохимической реакции зависит от температуры, инкубацию проводят в режиме постоянной температуры $20 \pm 1^\circ\text{C}$, причем от точности поддержания значения температуры зависит точность выполнения анализа на БПК. Обычно определяют БПК за 5 суток инкубации (БПК₅), однако содержание некоторых соединений более информативно характеризуется величиной БПК за 10 суток или за период полного окисления (БПК₁₀ или БПК_{полн} соответственно).

Инкубацию пробы проводят без доступа света (в темном месте). Таким образом, БПК — количество кислорода в миллиметрах, требуемое для окисления находящихся в 1 л воды органических веществ в аэробных условиях, без доступа света, при 20°C , за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов. Ориентировочно принимают, что БПК₅ составляет около 70 % БПК_{полн}. Величина БПК оценивает скорость поглощения организмом кислорода, содержащегося в исследуемой воде, выражается в мг/л (табл.1).

Оборудование и реактивы: оценочная таблица, пипетки, коническая колба на 250 мл, кислородные склянки, серная кислота, соль марганца, йодид калия (KI), сульфаминовая кислота, тиосульфат, крахмал.

Таблица 1 – Оценка степени загрязнения водоемов по показателям

Степень загрязнения (классы водоемов)	БПК5 (мг/л)
Очень чистые	0,5—1,0
Чистые	1,1—1,9
Умеренно загрязненные	2,0- 2,9
Загрязненные	3,0-3,9
Грязные	4,0-10,0
Очень грязные	> 10,0

Ход работы:

Отобрать пробы воды в кислородные склянки (не менее 3 шт.). В первой склянке сразу же зафиксировать кислород и определить концентрацию растворенного кислорода в воде водоема:

Ввести в склянку разными пипетками 1 мл раствора соли марганца, затем 1 мл раствора йодида калия и 1—2 капли раствора сульфаминовой кислоты, после чего закрыть склянку пробкой. Перемешать содержимое склянки с помощью имеющейся внутри мешалки, держа склянку в руке. Дать отстояться образующемуся осадку не менее 10 мин.

Титрование. Ввести в склянку пипеткой 2 мл раствора серной кислоты, погружая пипетку до осадка (не взмучивать!) и постепенно поднимая ее вверх по мере опорожнения. Склянку закрыть пробкой и содержимое перемешать до растворения осадка. Содержимое склянки полностью перенести в коническую колбу на 250 мл.

В бюретку (пипетку), закрепленную в штативе, из состава комплекта набрать 10 мл раствора тиосульфата и титровать пробу до слабо-желтой окраски. Затем добавить пипеткой 1 мл раствора крахмала (раствор в колбе синее) и продолжать титрование до полного обесцвечивания раствора. Определить общий объем раствора тиосульфата, израсходованный на титрование (как до, так и после добавления раствора крахмала).

Вычисление результатов анализа. Массовую концентрацию растворенного кислорода в анализируемой пробе воды (Срк) в мг/л рассчитать по формуле

$$\frac{8 \cdot C_t \cdot V_t \cdot 1000}{(V_1 - V_2)}$$

где 8 – эквивалентная масса атомарного кислорода;

С_t – концентрация титрованного стандартного раствора тиосульфата, г - экв/л;

V_t – общий объем раствора тиосульфата, израсходованного на титрование (до и после добавления раствора крахмала), мл;

V₁ – объем калиброванной кислородной склянки с закрытой пробкой (определяется заранее для каждой склянки отдельно), мл;

V₂ – суммарный объем растворов хлорида марганца и йодида калия, добавленных в склянку при фиксации кислорода, мл (рассчитывается как V₂ = 1 + 1+0,5 = 2,5 мл);

1000 – коэффициент пересчета единиц измерения из г/л в мг/л.

Другие склянки – инкубационные (две или больше) поместить в темноте в инкубатор.

По истечении 5 суток инкубации в склянках определить концентрацию остаточного растворенного кислорода как среднее арифметическое результатов по каждой инкубационной склянке.

Рассчитать значение БПК5 в мг/л по формуле

$$\text{БПК5} = C_1 - C_2,$$

где C_1 – концентрация растворенного кислорода в первоначальной пробе, мг/л; C_2 – средняя концентрация растворенного кислорода по истечении периода инкубации, мг/л.

Лабораторная работа № 19

Определение фосфатов

Фосфор – один из важнейших элементов питания. Он очень быстро включается в процессы метаболизма растений, входит в состав ядерного вещества клетки. Участвует в дыхании и регуляции внутриклеточного рН. Потребность в нем меньше, чем в азоте. Соединения фосфора в воде находятся в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, легко переходя из одной формы в другую, что зависит во многом от рН среды.

Оборудование, реактивы, материалы:

Определения ортофосфатов: дистиллированная вода, кипелки, стеклянная воронка, колбы конические на 100мл, ложка мерная, пипетки на 1 и 3 мл, пробирки градуированные, кислота аскорбиновая, раствор для связывания нитритов, раствор гидроксида натрия, раствор индикатора фенолфталеина, раствор молибдата аммония, раствор серной кислоты (2,5 моль/л), раствор сурьмяновиннокислого калия.

Ход работы:

Приготовление раствора аскорбиновой кислоты В градуированную пробирку для приготовления раствора аскорбиновой кислоты налейте 10 мл дистиллированной воды, добавьте в воду мерной ложкой 0,2 г аскорбиновой кислоты (2 мерные ложки без горки), закройте пробкой и перемешайте до полного растворения.

Приготовление смешанного реактива

В градуированную пробирку для приготовления смешанного реактива добавьте 5 мл раствора серной кислоты (2,5 моль/л); 2 мл раствора молибдата аммония; 2 мл раствора аскорбиновой кислоты; 1 мл раствора сурьмяновиннокислого калия; 12 капель (0,4 мл) раствора для связывания нитритов. Содержимое пробирки перемешайте. Смешанный реактив готовят непосредственно перед использованием.

Определение ортофосфатов

Ополосните мерную склянку несколько раз анализируемой водой. Налейте в склянку пробу воды до метки «10 мл». Добавьте к пробе пипеткой полимерной 1,0 мл смешанного реактива, перемешайте и затем, другой пипеткой через 2 мин – капли раствора аскорбиновой кислоты. Склянку закройте пробкой и встряхните для перемешивания. Оставьте пробу на 15 мин для полного протекания реакции.

Выполните колориметрирование пробы. При визуальном колориметрическом определении склянку с пробой поместите на белое поле контрольной шкалы. Освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, наблюдайте окраску раствора сверху вниз. Определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации фосфат-иона (СОФ) в мг/л. При определении высоких концентраций фосфат-иона (более 7,0 мг/л) учтите степень разбавления пробы дистиллированной водой. Для этого полученное по шкале значение концентрации умножьте на кратность разбавления.

Лабораторная работа № 20

Определение содержания аммонийного азота, нитратов и нитритов в воде

Присутствие аммонийного азота в водной среде связано с процессами разложения белковых веществ, с поступлением с поверхностным стоком и атмосферными осадками. Естественными источниками аммиака служат прижизненные выделения рыб и гидробионтов. В водной среде аммонийный азот находится в виде ионов аммония (NH_4^+) и недиссоциированных молекул аммиака в виде гидроокиси аммония.

Соотношение этих форм зависит от величины рН и температуры воды. Аммиак более токсичен, чем ионы аммония, поэтому при увеличении рН среды опасность отравления гидробионтов при загрязнении аммонийным азотом возрастает. Ионы аммония определяют фотометрически по реакции с реактивом Несслера. Принцип метода основан на том, что аммоний с реактивом Несслера образует йодид меркураммония, который окрашивает раствор в желто-коричневый цвет. Интенсивность окраски пропорциональна содержанию аммония в воде. Диапазон определяемых концентраций аммония – 0,05-4 мг/л.

Как правило, в чистых природных водах содержится 0,01-0,1 мг/л аммонийных солей. Предельно допустимые концентрации аммиака в воде водоемов 2 мг/л (по азоту).

Оборудование, реактивы, материалы: градуированные пробирки; 50%-ный раствор сегнетовой соли; раствор Несслера; пипетки на 1-10 мл; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

В пробирку, предварительно сполоснутую исследуемой водой, наливают 10 мл воды и добавляют 0,3 мл 50%-ного раствора сегнетовой соли и 0,3 мл раствора Несслера. Через 10 мин количественное содержание аммонийного азота определяют приблизительно по таблице 1.

Таблица 1– Определение количественного содержания аммонийного азота

Окрашивание сбоку	Окрашивание сверху	Содержание аммонийного азота, мг N/л меньше 0,04
нет	нет	0,08
нет	слабо, слабо-желтое	0,2
слабо, слабо-желтое	слабо-желтое	0,4
слабо-желтое	желтоватое	0,8
слабо-желтоватое	слабо-зеленое	2,0
светло-желтоватое	желтое	4,0
желтое	интенсивно-зеленое, буроватое	8,0
интенсивно-бурое, раствор мутный	бурое, раствор мутный	20,0
мутноватое, резко желтоватое	-"	20,0

Определение содержания нитритов

Нитрит – одна из стадий неполного окисления азота. Образуется в водоеме при наличии большого количества свежего, азот-содержащего органического вещества и недостаточном количестве кислорода. Поэтому наличие нитритов можно считать показателем свежего органического загрязнения.

Оборудование, реактивы, материалы: градуированные пробирки; реактив Грисса; скальпель; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

В пробирку, предварительно сполоснутую исследуемой водой, наливают 10 мл воды и добавляют немного (на кончике скальпеля) реактива Грисса. Через 10 мин проводят определения приблизительно по таблице 2.

Таблица 2– Определение количественного содержания нитритов

Окрашивание при наблюдении сбоку	Окрашивание при наблюдении сверху	Содержание азота нитритов, мг/л
нет	нет	0,001
нет	едва уловимое розовое окрашивание при сравнении с дистиллированной водой	0,002
нет	едва заметное окрашивание	0,004
очень слабо-розовое	слабо-розовое	0,02
слабо-розовое	светло-розовое	0,04
светло-розовое	розовое	0,07
сильно-розовое	малиновое	0,20

Определение содержания нитратов

Увеличение концентрации нитратных ионов в воде связано с процессами нитрификации, химического окисления аммония, поступлением со сточными водами и атмосферными осадками.

Метод определения нитрат-анионов основан на предварительном восстановлении нитрат-анионов до нитрит-анионов с последующим образованием азоткрасителя в присутствии сульфаниловой кислоты и альфа-нафтиламина.

Оборудование, реактивы, материалы:

Градуированные пробирки; тест комплект «Нитраты», включающий реактив на нитрат-анионы, порошок восстановитель, шкалу оценивания; дистиллированная вода; фильтровальная бумага, вода из водоема.

Ход работы:

1. Отберите 6 мл пробы в градуированную пробирку, предварительно ополоснув ее анализируемой водой. Доведите объем дистиллированной водой до 11 мл, перемешайте.
2. Добавьте к содержимому пробирки 2,0 мл свежеприготовленного реактива на нитрат-анионы, закройте пробирку пробкой и встряхните для перемешивания раствора.
3. Прибавьте в пробирку 0,2 г порошка восстановителя, используя шпатель (0,2 г порошка заполняют 1/3 объема шпателя без горки). Закройте пробирку пробкой и тщательно перемешайте.
4. Оставьте пробирку на 5 минут для полного протекания реакции, периодически встряхивая содержимое пробирки.
5. Перелейте раствор из пробирки в склянку для колориметрирования до метки «10», стараясь не допустить попадания осадка в склянку.
6. Проведите визуальное колориметрирование пробы. Для этого мерную склянку поместите на белое поле контрольной шкалы и, освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитрат-анионов в воде в мг/л.

Лабораторная работа № 21

Определение общего железа

Цель: научиться определять содержание общего железа в воде.

Пробы воды, предназначенные для выявления общего железа, не консервируют. Метод с роданистым аммонием основан на взаимодействии в сильноокислой среде окисного железа и роданида с образованием окрашенного в красный цвет комплексного соединения роданового железа. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа.

Реактивы:

1. основной раствор железоаммонийных квасцов, содержащий в 1 мл 0,1 мг железа (для его приготовления берут 0,8636 г перекристаллизованных железоаммонийных квасцов и растворяют в мерной колбе, туда же для подкисления добавляют 2 мл крепкой соляной кислоты и объем доводят до метки 1 л. Путем разведения 1 мл раствора в 100 раз получают стандартный раствор с концентрацией 0,001 г в 1 мл);
1. 50% -й раствор роданистого аммония или калия;
2. персульфат аммония в кристаллах;
3. соляная кислота (плотность — 1,19 г/см кубический) в разведении 1:1. Реактивы готовят на дистиллированной воде, концентрацию веществ устанавливают с точностью до 0,01 мг/л.

Ход работы: В мерную колбу наливают 100 мл исследуемой воды, в другую колбу — 100 мл стандартного раствора. В каждую колбу вносят по 2 мл разведенной соляной кислоты, 2-3 кристаллика персульфата аммония, перемешивают и добавляют по 2 мл роданистого аммония. Колбы встряхивают и окрашенные растворы колориметрируют (синий светофильтр). Расчет концентрации железа в воде производят по формуле:

$$C_2 = \left[\left(C_1 \frac{A_2}{A_1} \right) \right] 1000,$$

C_2 — концентрация железа в исследуемой пробе воды, мг/л; C_1 — концентрация железа в стандартном растворе, мг/л; A_1 — оптическая плотность стандартного раствора; A_2 — оптическая плотность исследуемой воды; 1000 — перерасчет на 1 л.

Приближенный метод определения железа в воде: в пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 2 мл соляной кислоты, 2-3 кристаллика персульфата аммония, перемешивают и добавляют по 2 мл роданистого аммония. Количество содержащегося железа определяют по таблице 42.

Таблица 1- Определение содержания железа в воде

Окрашивание воды в пробирке при просмотре		Содержание железа, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабо-желтовато-розовое	0,1
Очень слабо-желтовато-розовое	Слабо-желтовато-розовое	0,3
Слабо-желтовато-розовое	Светло-желтовато-розовое	0,5
Светло-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1,0
Сильно-желтовато-розовое	Желтовато-красное	2,0
Светло-желтовато-красное	Ярко-красное	5,0

Раздел 2. ПРОВЕДЕНИЕ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЁМАХ.

Тема 2.1. ОБЩАЯ ИХТИОЛОГИЯ

Лабораторная работа №1

Внешние признаки и формы тела рыб

Цель работы: определить образ жизни рыб в зависимости от формы тела и строения рта.

Материалы: фиксированная рыба, лабораторные лотки.

Задание:

1. Рассмотреть рыб с различной формой тела и описать их.
2. Указать виды рыб с разными формами тела.
3. Описать образ жизни рыб в зависимости от формы тела.
4. Описать положение ртов и указать зависимость расположения рта от характера питания.

Теоретическая часть

Форма тела должна обеспечивать рыбе возможность передвигаться в воде (среде значительно более плотной, чем воздух) с наименьшей затратой энергии и со скоростью, соответствующей ее жизненным потребностям.

Форма тела, отвечающая этим требованиям, выработалась у рыб в результате эволюции: гладкое, без выступов, тело, покрытое слизью, облегчает движение; шеи нет; заостренная голова с прижатыми жаберными крышками и сжатыми челюстями рассекает воду; система плавников определяет движение в нужном направлении. В соответствии с образом жизни выделено до 12 различных типов формы тела. Наиболее характерные:

1. *Торпедовидная (веретенообразная).* Тело рыб похоже на торпеду или веретено, оно хорошо обтекаемо, немного сжато с боков и утончается к хвосту. Рыбы приспособлены к быстрому длительному плаванию в толще воды. Это наилучшие пловцы, совершающие продолжительные миграции к местам нагула и к местам икрометания (нерестилищам): тунец, макрель, сельдь, треска, лососи.

Такая же форма тела выработалась и у других хорошо плавающих водных животных, далеко отстоящих от рыб (китообразные и вымершие ихтиозавры).

2. *Змеевидная.* Тело вытянутое, змеевидное, округлое, на поперечном разрезе образует овал. Плавают, змеевидно изгибаясь всем телом. Это миноги, угри.

3. *Лентовидная.* Тело, подобное ленте, вытянуто вдоль, плоское с боков. Пловцы плохие, живут в спокойных водах больших глубин (сельдяной король, рыба-сабля).

4. *Стреловидная*. Тело удлинённое, сжато с боков, примерно одинаковой высоты; хвост сильный, голова заострена, спинной плавник сдвинут сильно назад. Эти рыбы продолжительных плаваний не совершают, но на небольшом расстоянии развивают огромную скорость, набрасываясь на добычу. Это хищники – щука, таймень.

5. *Сплюснутая*. Здесь различают: а) *симметрично-сжатую*, лещевидную форму: тело высокое, сжатое с боков (лещ); б) *несимметрично-сжатую*: высокое, сжатое с боков тело несимметрично, глаза расположены на одной стороне (камбалы).

Такая форма тела не способствует быстрому перемещению, эти рыбы плохие пловцы.

6. *Плоская*. Тело сплющено в дорсовентральном направлении (сверху вниз). Обычно двигаются мало, живут у дна (скаты).

7. *Шаровидная*. Тело в виде шара, иногда передний отдел окружен костным панцирем (кузовок). Самостоятельно передвигаться иногда почти не могут. Это скалозубы – *Tetrodon, Diodon*.

Этими типами не исчерпывается многообразие форм тела рыб; у некоторых рыб форма тела является как бы промежуточной комбинацией нескольких типов.

Внешние признаки рыб имеют большое значение при их определении.

Основные части тела – голова, туловище, хвост, плавники – очень варьируют у разных видов по размерам, форме, соотношению.

Форма головы очень разнообразна прежде всего в связи со строением ротового аппарата. Акулы – меч-рыба, пила-рыба, молот-рыба, игла, лопатонос своим названием обязаны видоизменениям челюстей.

Многие глубоководные рыбы имеют огромный (около 1/4 длины тела) рот, благодаря которому они могут захватывать добычу, большую, чем они сами.

В прямой связи со способами питания находится положение рта .

Различают рот *верхний* (планктоноядные рыбы), *конечный* (например, хищники), *нижний* (бентосоядные). Существуют и переходные формы – рот *полуверхний, полунижний*.

Многие рыбы (осетровые, карповые) имеют *выдвижной* рот, благодаря которому они легко роются в иле, отыскивая пищу (рис. 4); у круглоротых *рот превращен в присоску*.

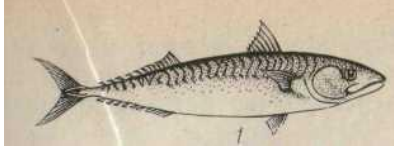


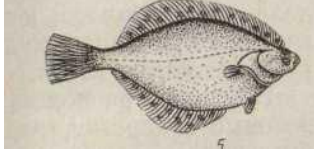
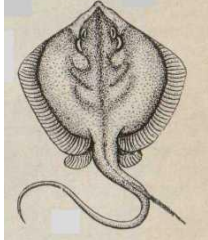
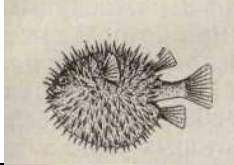
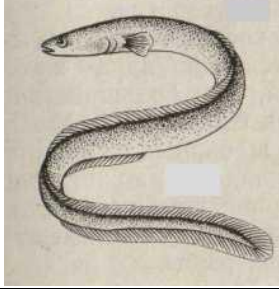
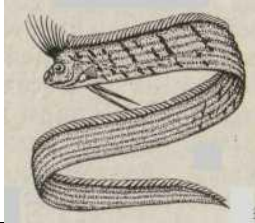
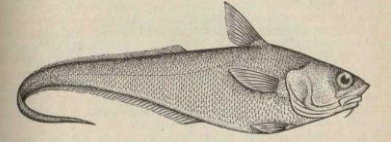
Ход работы

Рассмотреть рыб с различной формой тела и описать их. Указать виды рыб с разными формами тела. Описать образ жизни рыб в зависимости от формы тела.

Описать положение рта и указать зависимость расположения рта от характера питания.

Заполнить таблицу 1, подписать положение рта на рисунке 1.

Таблицы 1 – Различные формы тела рыб.

Форма тела	Признаки	Образ жизни. Представители.
		
		
		
		
		
		
		
		
		

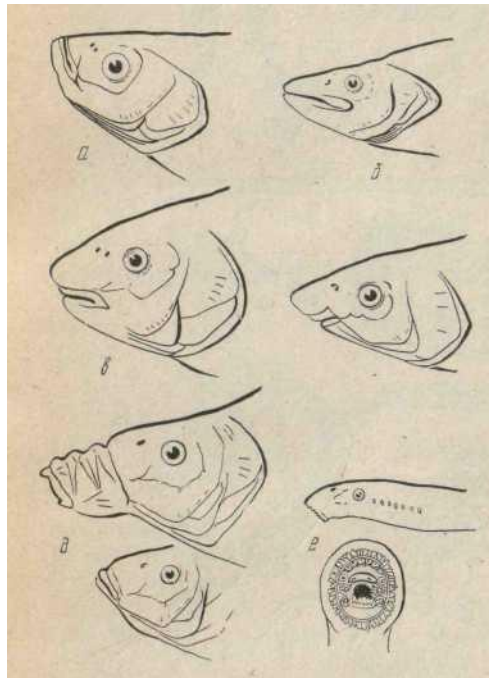


Рисунок 1. Положение ртов, в зависимости от питания.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные части тела рыб?
2. Назовите формы тела рыб, которые вы знаете.
3. Какая форма тела характерна для быстро плавающих рыб?
4. Назовите типы ртов, в зависимости от питания.
5. Какой тип рта характерен для рыб, которые питаются планктоном?

Лабораторная работа №2

Виды чешуи. Строение плавников.

Цель работы: изучить строение плавников и основные виды чешуи.

Материалы: фиксированная рыба, препараты с чешуей, лабораторные лотки.

Задание:

1. Рассмотреть строение и положение парных и не парных плавников.
2. Рассмотреть различные типы чешуи

Теоретическая часть

Плавники рыб

У различных рыб размеры, форма, количество, положение и функции плавников различны. Но их изначальная и основная роль сводится к тому, что плавники позволяют сохранять равновесие тела в воде, участвуют в маневренном движении.

Все плавники у рыб подразделяются на парные и непарные.

К парным плавникам относятся **грудные** (P - pinna pectoralis) и **брюшные** (V - pinna ventralis). К непарным плавникам относятся **спинной** (D - p. dorsalis); **анальный** (A - p. analis) и **хвостовой** (C - p. caudalis).

Кроме основных плавников на теле рыб могут быть дополнительные плавнички. К ним относится *жировой* плавник (pinna adiposa), расположенный позади спинного плавника над анальным и представляющий собой складку кожи без лучей. Он характерен для рыб семейств Лососевые, Корюшковые, Хариусовые, Харациновые и некоторых сомовидных. На хвостовом стебле у ряда быстроплавающих рыб за спинным и анальным плавниками нередко находятся маленькие плавнички, состоящие из нескольких лучей.

Брюшные плавники выполняют главным образом функцию равновесия и поэтому, как правило, располагаются вблизи центра тяжести тела рыбы. Их положение меняется с изменением центра тяжести. У низкоорганизованных рыб (сельдеобразные, карпообразные) брюшные плавники расположены на брюхе за грудными плавниками, занимая *абдоминальное* положение. Центр тяжести этих рыб находится на брюхе, что связано с некомпактным положением внутренних органов, занимающих большую полость.

У высокоорганизованных рыб брюшные плавники находятся в передней части тела. Такое положение брюшных плавников называется *торакальным* и характерно преимущественно для большинства окунеобразных рыб.

Брюшные плавники могут располагаться впереди грудных – на горле. Такое расположение называется *югулярным*, и характерно оно для большеголовых рыб с компактным расположением внутренних органов. Югулярное положение брюшных плавников свойственно всем рыбам отряда Трескообразные, а также большеголовым рыбам отряда Окунеобразные: звездочетовым (Uranoscopidae), нототениевым (Nototheniidae), собачковым (Blenniidae) и др. Брюшные плавники отсутствуют у рыб с угревидной и лентовидной формой тела.

Хвостовой плавник отличается разнообразным строением. В зависимости от величины верхней и нижней лопастей различают:

- 1) изобатный тип – в плавнике верхняя и нижняя лопасти одинаковые (тунцы, скумбрии);
- 2) гипобатный тип – удлинена нижняя лопасть (летучие рыбы);
- 3) эпибатный тип – удлинена верхняя лопасть (акулы, осетровые).

По форме и расположению относительно конца позвоночника различают несколько типов:

- 1) протоцеркальный – в виде плавниковой каймы (миноги);
- 2) гетероцеркальный – несимметричный, когда конец позвоночника заходит в верхнюю, наиболее удлиненную лопасть плавника (акулы, осетровые);
- 3) гомоцеркальный – наружносимметричный, при этом видоизмененное тело последнего позвонка заходит в верхнюю лопасть (костистые).

У костистых рыб выделяют следующие типы хвостовых плавников: вильчатый (сельди), выемчатый (лосось), усеченный (треска), округлый (налим, бычки), полулунный (тунцы, скумбрии), заостренный (бельдюга).

Чешуя рыб

Чешуя рыб выполняет важную функцию защиты мышц, тела и внутренних органов от внешних паразитов и возбудителей, улучшает гидродинамические способности рыбы, **придает ее телу обтекаемость**, спасает внутренние органы от давления воды. У некоторых рыб чешуя — способ защиты и от зубов хищника.

Специалисты выделяют три типа чешуи у рыб: *плакоидную, ганоидную и костную*.

— **Плакоидная чешуя:** самый древний вид. Ее находят у ископаемых рыб. Этот тип чешуи также имеют *акулы и скаты*. «Листочек» чешуи имеет форму ромба с шипом, выступающим наружу. По химическому составу, в чешуе присутствует дентин. Шип такой чешуи снаружи покрыт особой эмалью — витродентином. В плакоидной чешуйке располагается полость, заполненная рыхлой соединительной тканью с кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Встречается и видоизмененная плакоидная чешуя, например колючки *скатов* — это видоизмененные плакоидные образования.

— **Ганоидная чешуя** характерна для осетровых (на хвосте), кистеперых рыб.

«Листочек» такой чешуи также имеет форму ромба, соединяются между собой чешуйки с помощью особых сочленений. Такая чешуя имеет вид плотного панциря. Прочность обеспечивается за счет ганоина — в верхней части, и костного вещества — в нижней.

— **Костная чешуя** (делят на ктеноидную — мелкие шипы по заднему краю и циклоидную — округлую и гладкую) характеризуется наличием лишь костного вещества в ней. Такую чешую имеют карповые, сельдевые, окуневые рыбы.

Ход работы

- Рассмотреть на предложенном материале положение парных и непарных плавников;
- На рисунке 1 подписать названия плавников;
- Составить формулы плавников предложенной рыбы;

- На рисунке 2 указать расположение брюшных плавников и привести примеры рыб, у которых такое расположение брюшных плавников;
- Указать хвостовые плавники различной формы и привести примеры рыб, с такими хвостовыми плавниками на рисунке 3;
- Указать классификацию хвостовых плавников относительно конца позвоночника на рисунке 4. Привести примеры.
- Рассмотреть на предложенном материале типы чешуи рыб, привести примеры рыб с разным типом чешуи. Подписать рисунок 5

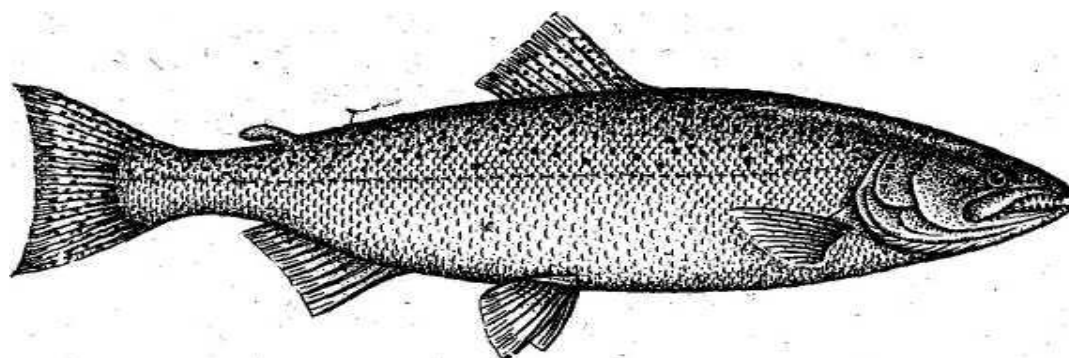


Рисунок 1. Парные и непарные плавники

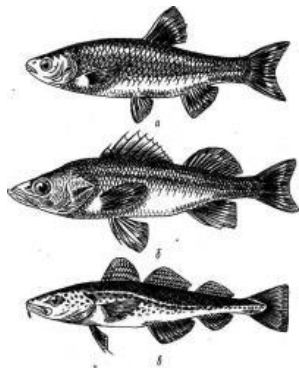


Рисунок 2. Расположение брюшных плавников



Рисунок 3. Хвостовые плавники различной формы

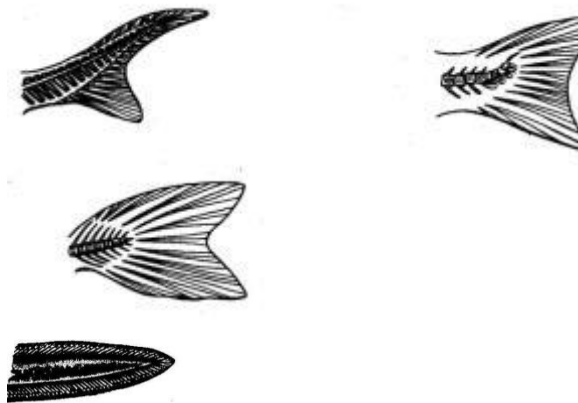


Рисунок 4. Хвостовые плавники относительно конца позвоночника

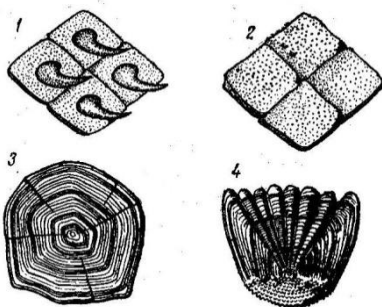


Рисунок 5. Типы чешуи

Контрольные вопросы:

1. Какие функции выполняют плавники?
2. Назовите расположение брюшных плавников
3. Какие рыбы имеют жировой плавник.
4. Какие типы чешуи вы знаете?
5. Для каких рыб характерна плакоидная чешуя?

Лабораторная работа №3

Измерение рыб различных семейств

Теоретическая часть

Цель работы: ознакомиться со схемами измерения карповых и осетровых рыб.

Материалы: свежая или фиксированная рыба, лабораторные лотки, мерные доски, линейки, штангенциркули.

Задание:

1. Сделать промеры карповых и осетровых рыб по схемам, приведенным ниже.
2. Занести результаты промеров в таблицу.

Какую бы форму промысловые рыбы не имели, способы их измерения в основном одинаковые.

Теоретическая часть

Измерения тела рыб необходимо для различных целей: определения допустимых размеров ячеи орудий лова, изучение роста рыб, установление промысловой меры для вылова данного вида, а также для распознавания отдельных подвигов местных форм.

При изучении упитанности и экстерьера рыб необходимо определить соотношение между отдельными частями тела.

Для измерения рыб применяют различные приборы и приспособления: измерительные ленты, мерные доски, штангенциркули, линейки, сантиметровые рулетки.

На судах, особенно во время качки, для измерения рыб пользуются мерным корытом. Его изготавливают из планок с небольшими просветами между ними, через которые стекают вода и слизь.

Измерение мелких рыб, а так же более точные измерения длины головы и высоты тела производят штангенциркулем. При измерении рыбу кладут на мерную доску правой стороной головой к торцовому бортику. Для записей измерений можно пользоваться схемой измерений карповых рыб, так как она имеет много общего с другими схемами. Длину всей рыбы (абсолютную) измеряют от вершины рыла до вертикали конца наиболее длинной лопасти хвостового плавника при горизонтальном положении рыбы. Длина без хвостового плавника или промысловая - это расстояние от начала рыла до конца чешуйчатого покрова. Промысловой длиной пользуются при определении наименьшей меры допустимой к вылову рыбы. Длина туловища - это расстояние от жаберной щели до конца чешуйчатого покрова или до корней средних лучей хвостового плавника у рыб без чешуи. Длина головы - это расстояние от вершины рыла до заднего наиболее удаленного края жаберной крышки. Наибольшая высота - расстояние от самой высокой точки спины до брюшка по вертикали

Ход работы

Измерить рыбу с помощью мерной доски или линейки, или штангенциркуля, используя схемы измерений. Результаты измерений занести в таблицу.

Схема измерения карповых рыб

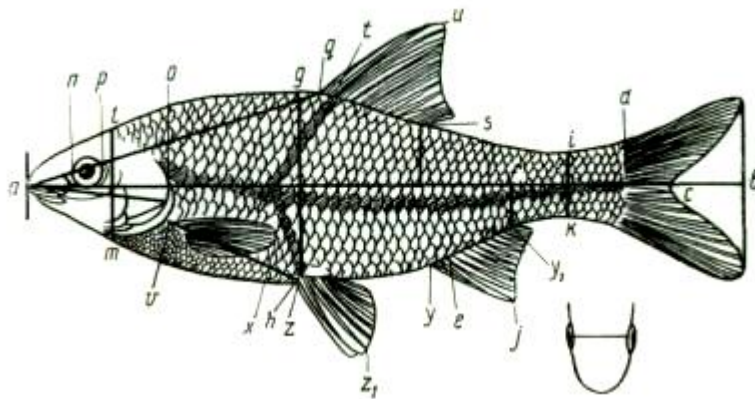


Рисунок 1. Схема промеров карповых рыб.

На рисунке изображена вобла (*Rutilus rutilus caspicus*). Заштрихованные ряды поясняют просчеты чешуй в боковой, над боковой и под боковой линией:

ab—длина всей рыбы; ac—длина по Смитту; ad—длина без С;

od—длина туловища; an—длина рыла; пр—диаметра глаза (горизонтальный); ро—заглазничный отдел головы; ao—длина головы; lm — высота головы у затылка; gh—наибольшая высота тела; ik—наименьшая высота тела; aq—антедорсальное расстояние; rd, — постдорсальное расстояние; fd — длина хвостового стебля; qs—длина основания D; tu—наибольшая высота D; uy₁ — длина основания A; ej — наибольшая высота A; vx — длина P; zz₁—длина V; yz—расстояние между P и V; zy—расстояние между V и A. Под главным рисунком справа изображен промер ширины лба.

(Правдин И.Ф.,1966)

Схема измерения осетровых рыб

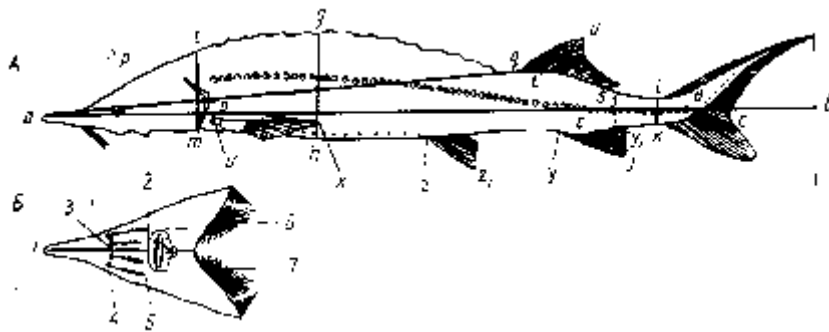


Рисунок 2. Схема измерений осетровых рыб (*Acipenseridae*):

A — ab — длина всей рыбы; ac — длина до конца средних лучей C; ad — длина до корней средних лучей C; od—длина туловища; an—длина рыла; np—диаметр глаза (горизонтальный); ро—заглазничный отдел головы, ao — длина головы; lm — высота головы у затылка; gh — наибольшая высота тела; ik — наименьшая высота тела; fd — длина хвостового стебля; aq — антедорсальное расстояние; az—антевентральное расстояние; ay—антеанальное расстояние; qs — длина основания D; tu — наибольшая высота D; uy₁—длина основания A; ej—наибольшая высота A; vx—длина P; zz₁—длина V; vz—расстояние между P и V; zy — расстояние между V и A. Б. Голова снизу: 1—2—расстояние от конца рыла до хрящевого свода рта; 1—3 — расстояние от конца рыла до средних усиков; 4—5 — длина наибольшего усика; б—7—ширина рта. (Правдин И.Ф.,1966)

Таблица 1 – Результаты промеров рыб

Признак	Обозначение	Размер, мм

Контрольные вопросы:

1. Расскажите об особенностях измерения карповых рыб.
2. Расскажите об особенностях измерения осетровых рыб.
3. Для каких целей делают промеры рыб?

Лабораторная работа №4

Изучение мускулатуры и скелета рыб

Цель работы: рассмотреть строение мышц рыб и скелета.

Материалы: фиксированные препараты с мышцами рыб или свежая рыба, лабораторные лотки, ножницы, препаровальные иглы, макет «Скелет рыбы»

Задание:

1. Рассмотреть мышечную систему рыб на фиксированном препарате, выявить особенности ее строения.
2. Рассмотреть скелет рыбы на макете. Выявить особенности в строении скелета рыб.

Теоретическая часть

Мышечная система

Мышечную систему рыб, как и других позвоночных, разделяют мышечную систему тела (соматическую) и внутренних органов (висцеральную).

В мышечной системе тела выделяют мускулы туловища, головы и плавников. Внутренние органы имеют свою мускулатуру. Мышечная система взаимосвязана со скелетом (опора при сокращении), с нервной системой (к каждому мышечному волокну подходит нервное волокно, и каждая мышца иннервируется определённым нервом). Нервы, кровеносные и лимфатические сосуды располагаются в соединительнотканной прослойке мышцы.

У рыб, как и других позвоночных, сильнее всего развита туловищная мускулатура. У настоящих рыб она представлена двумя большими тяжами, расположенными вдоль тела от головы до хвоста (большая боковая мышца – *m. lateralis magnus*).

Продольной соединительнотканной прослойкой эта мышца делится на спинную (верхнюю) и брюшную (нижнюю) части. Боковые мышцы разделены **миотоммами** (или миосептами) на **миомеры**, число которых соответствует количеству позвонков. Наиболее отчетливо миомеры видны у личинок рыб, пока их тела прозрачны.

Миомеры— отделенные друг от друга соединительнотканными перегородками (миокоммами) части мускулатуры туловища

Миосепты (от *мио...* и лат. *saeptum* — перегородка), миокоммы, соединительнотканнные перегородки, разделяющие миомеры у ланцетника, позвоночных животных и человека. Миосепты натянуты между осевым скелетом и кожей; служат опорой для мышечных волокон миомеров.

Скелет рыб

Скелет – основа корпуса, так как удерживает всю мышечную массу. В зависимости от типа рыб бывает хордовый или костный. Последний сформировался в ходе эволюции и является более прочной структурой.

Строение скелета рыбы подразумевает деление на три отдела – осевой, головной и конечности.

Характеристика:

1. Осевой. Представляет собой позвоночник, который в свою очередь состоит из туловищных и хвостовых позвонков. Туловищный сформирован из тела позвонка и пары дуг, верхней и нижней. Верхние срастаются между собой, образуя спинномозговой канал, а нижние, наоборот, расходятся по сторонам. Хвостовой подвижный, нижние дуги создают гемальный канал, оснащенный кровеносными сосудами.

Скелет рыбы обязательно включает позвоночник

2. Головной скелет или череп включает в себя черепную коробку, кости челюсти, а также жаберные крышки и дуги.
3. Конечностями представлены плавники, в основе которых лежит хрящевая или костная ткань.

Ход работы

1. Рассмотреть мышцы на фиксированных препаратах или свежей рыбе. Подписать обозначения на рисунке 1. Заполнить таблицу 1.
2. Рассмотрите общий вид скелета рыбы. Какие отделы можно выделить в скелете рыбы?
3. Рассмотрите череп рыбы. Как он сочленяется с позвоночником? Почему?
4. Найдите мозговую коробку. Каковы ее размеры? Почему?
5. Найдите челюсти. Подвижны ли они?
6. Найдите жаберные крышки. Что они собой представляют? Какую функцию выполняют?
7. Найдите место расположения глаз. Какие они? Почему?
8. Найдите позвоночник. Чем он образован? Как располагаются позвонки? Одинаково ли их строение? Что общего и чем отличаются друг от друга позвонки разных отделов позвоночника? Каково значение позвоночника для рыб?
9. Зарисуйте позвонок туловищного и хвостового отделов позвоночника. Сделайте обозначения.
10. Обратите внимание на канал, который образуют верхние дуги позвонков. Что в нем находится?
11. Рассмотрите ребра рыб. Какое строение они имеют.
12. Подпишите рисунок 2

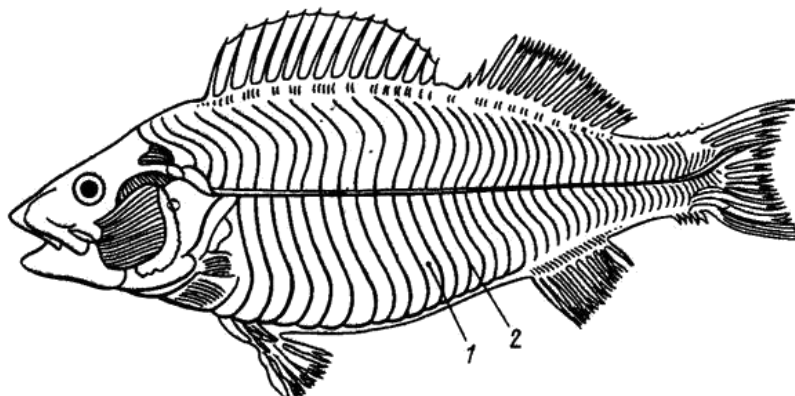


Рисунок 1. Мускулатура костистой рыбы (окуня)

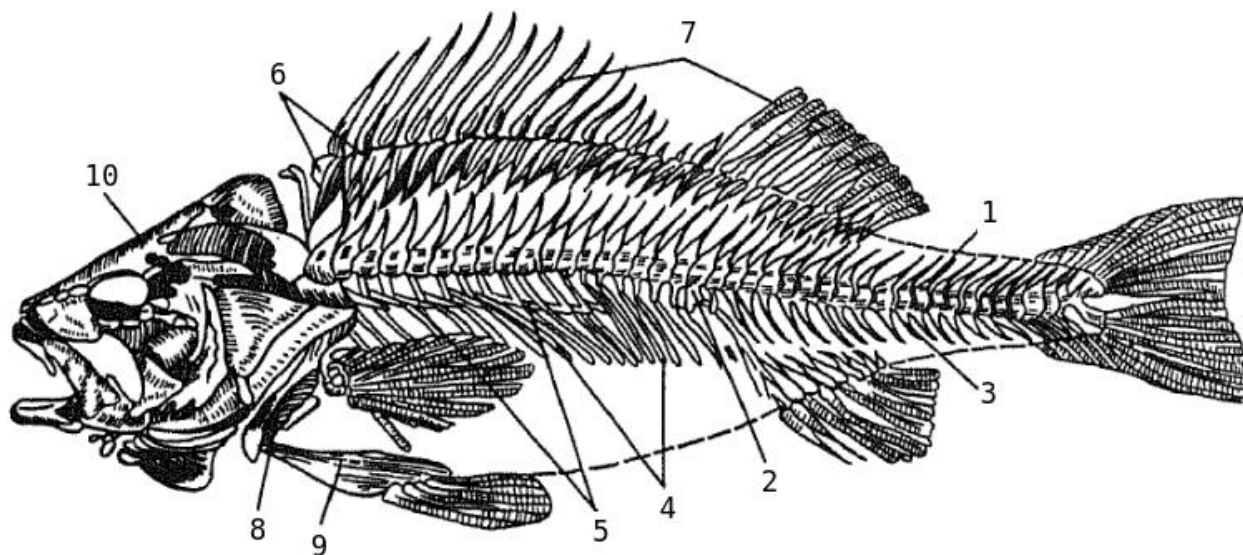


Рисунок 2. Скелет костистой рыбы

Таблица 1 - Различия красных и белых мышц по ряду морфофизиологических характеристик

Цвет мышечных волокон	Морфофизиологические характеристики
Волокна красной мышцы (m. lateralis superficialis)	
Волокна белой мышцы (m. lateralis magnus)	

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию миомеры.
2. Дайте определение понятию миосепты.
3. На какие отделы делится скелет рыбы.
4. Какие части включает головной скелет?
5. Сочленяются ли ребра с позвоночником? Сочленяются ли между собой нижние концы ребер?
Какое это имеет значение в жизни рыб?

Лабораторная работа №5

Изучение анатомического строения рыбы

Цель работы: изучить внутреннее строение рыб; выявить особенности внутреннего строения рыб, связанные с водным образом жизни.

Материалы: свежая рыба, пинцеты, скальпели, препаровальные иглы, лабораторные лотки, ножницы, чашки Петри.

Задание:

1. Рассмотреть внутренние органы рыб.

Теоретическая часть

Изучение анатомического строения рыбы

Внутренние органы рыб связаны между собой и образуют системы, каждая из которых выполняет конкретную функцию.

Пищеварительная система

Пищеварительная система несложная, начинается с ротового отверстия. Язык отсутствует, зато имеются челюсти. У некоторых видов могут быть развитые с большими зубами в несколько рядов, у других лишь небольшие зазубрины. Этот фактор напрямую зависит от рациона рыбы. Любителям крупной добычи понадобятся мощные челюсти, а небольшим и травоядным рыбешкам достаточно мелких острых зубов.

Представители класса не пережевывают еду, поэтому в глотку и пищевод она проходит целиком. Достигнув желудка, под действием кислой среды пища подвергается расщеплению. Остатки поступают в тонкую кишку, где окончательно перевариваются. Этому способствуют пищеварительный сок и желчь, выделяемая печенью. Все полезные компоненты всасываются в слизистую кишечника, а побочные продукты поступают в заднюю кишку и выводятся наружу.

Схема дыхания

Дышат рыбы через жабры, отфильтровывая частички растворенного кислорода. Его недостаток в водоемах негативно сказывается на обитателях.

Строение жабр следующее:

- находятся на жаберных дугах, снаружи защищены крышками;
- имеются лепестки, наполненные кровеносными капиллярами;
- оснащены жаберными тычинками, которые отфильтровывают загрязнения и кусочки пищи;
- из-за активного кровообращения принимают красный или розовый цвет.

Кровеносная система

У рыб замкнутая кровеносная система с одним кругом кровообращения. Сердечная мышца небольшая (составляет 1% веса тела) двухкамерная, наполнена венозной кровью.

Она покидает желудочек, через аорту поступает в артерии, а оттуда в жабры. Здесь пропитывается кислородом и становится артериальной. Далее кровь проходит по жаберным артериям и проникает в спинную аорту, затем распространяется по телу.

Выделительная система

Органы выделения представлены двумя почками бордово-красного цвета овальной формы. Расположены вдоль нижней части тела, под позвоночником. Почки отфильтровывают токсические вещества, перерабатывая их в мочу, которая по мочеточным каналам попадает в мочевой пузырь. Оттуда продукты обмена выводятся наружу через заднее отверстие.

Еще одним выводящим органом являются жаберные лепестки. Они избавляют от значительной доли ядовитых веществ.

Нервная система

Центральная нервная система представлена пустой трубкой, пролегающей вдоль корпуса. Включает головной и спинной мозг. Отходящие от них нервы относятся к вегетативной нервной системе.

Головной мозг подразделяется на пять отделов, каждый из которых выполняет определенную функцию и отвечает за работу конкретных органов чувств:

1. Передний. Состоит из пары полушарий, влияющих на обоняние, способность рыб группироваться, сбиваться в косяки.
2. Промежуточный. Принимает поступающие сигналы и распределяет по необходимым локациям головного мозга.
3. Средний. Связан с глазными нервами, обеспечивает зрительную функцию.
4. Мозжечок. Представлен бугорком, верхушка которого соприкасается с продолговатым мозгом. Обеспечивает правильную координацию движений.
5. Продолговатый. Отвечает за слух и осязание.

Основные органы чувств

Жизнедеятельность рыбы напрямую зависит от органов чувств, которые предназначены для связи с внешним миром. Позволяют ориентироваться в пространстве, охотиться, укрываться от хищников.

1. Глаза. Парные, расположены симметрично по бокам головы. Состоят из округлого хрусталика и плоской роговицы. Вследствие такого строения зрительного аппарата, рыба способна рассмотреть добычу и элементы окружающей среды только вблизи, не дальше десяти метров. У костных видов орган оснащен палочками и

колбочками, что дает возможность ориентироваться в меняющихся условиях среды. Также эти представители обладают цветным зрением.

2. Органы слуха. В большинстве случаев ограничиваются внутренним ухом. Состоит из мешочка и тройки полукружных каналов, отвечающих за равновесие. У некоторых видов встречается перепончатый лабиринт. Благодаря таким приспособлениям рыба улавливает звуковые колебания даже на большом расстоянии.

3. Вкусовые рецепторы. Расположены не только на слизистых ротовой полости, но и покрывают другие части тела. Встречаются на голове, плавниках, усиках или даже на поверхности корпуса. Помогают отличать съедобное от несъедобного, чувствовать приближение добычи.

Органы для воспроизводства потомства

Рыбы относятся к разнополым, хотя встречаются гермафродиты. Самки имеют яичники, в которых образуется икра. Самцы обладают парными семенниками молочного оттенка, где хранятся сперматозоиды. У некоторых представителей хордовых развит половой орган гоноподий, сформированный из анальных плавников. У костных видов преобладает наружное оплодотворение, а у хрящевых внутреннее.

Ход работы

1. Ножницами сделать короткий поперечный разрез брюшной стенки впереди анального отверстия.
2. Осторожно ввести в разрез тупую ветвь ножниц по направлению к голове и, все время прижимая эту ветвь к брюшной стенке (чтобы не повредить внутренностей), сделать разрез вдоль средней линии брюха. Разрез довести до самой передней части так называемого перешейка (часть брюшной стенки, вдающаяся между нижними краями жаберных крышек), перерезав кости плечевого пояса.
- 3 От начала продольного разреза (у анального отверстия) сделать еще один разрез — вверх до позвоночника. Приподнимая боковую стенку тела, вести разрез вперед вдоль позвоночника до жаберной крышки, отделяя боковую стенку тела.
- 4 Срезать жаберную крышку.
- 5 Рассмотреть расположение внутренних органов в теле рыбы.
- 6 Найдите и рассмотрите жабры. Определить место их расположения. Установить, к какой системе органов они относятся. Как дышат рыбы?
- 7 Найти желудок, кишечник, печень.
- 8 Найти на влажном препарате сердце. Установить его место расположения в полости тела.
- 9 Определить пол рыбы. Установить расположение семенников (яичников) в полости тела.
- 10 Определить расположение почек в полости тела.

11 Сделать подписи на рисунке 1

12 Заполнить таблицу 1

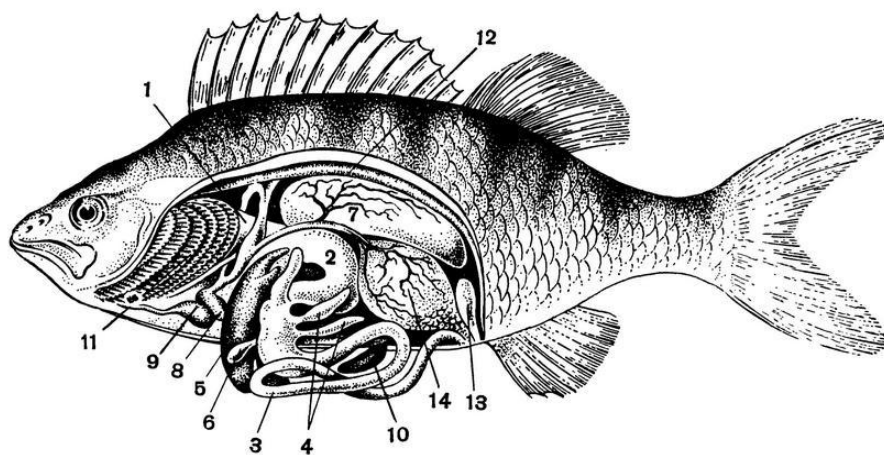


Рисунок 1. Внутренние органы

Таблица 1 – Функции органов

Система органов	Органы	Функции
Скелет		
Мускулатура		
Нервная система		
Органы чувств		
Пищеварительная система		
Плавательный пузырь		
Дыхательная система		

Кровеносная система		
Выделительная система		
Система размножения		

Контрольные вопросы:

1. Какой тип чешуи у щуки, карпа, окуня?
2. Что такое глоточные зубы и жерновок?
3. Что такое жаберные тычинки, где они расположены и какова их функция?
4. Назовите отделы пищеварительного тракта окуня.
5. У каких видов имеется желудок, у каких отсутствует?
6. Опишите схему строения кровеносной системы.
7. Опишите строение выделительной системы.
8. Расскажите об органах размножения.

Лабораторная работа № 6

Ознакомление с различными типами мечения рыб

Цель работы: ознакомиться с мечением рыб путем подрезания плавников; изучить серийное (групповое) и индивидуальное мечение рыб красителями; ознакомиться со схемой мечения производителей карпа разных пород органическими проционовыми красителями.

Материалы: метки различного типа

Задание:

1. Рассмотреть различные типы рыб
2. Изучить способы мечения рыб

Теоретическая часть

Ознакомление с различными типами мечения рыб

Для индивидуального и серийного мечения рыб используют различные способы: подрезание плавников, нанесение меток красителями, термальное клеймение и криоклеймение, чипирование. При бонитировке производителей метки ежегодно возобновляются.

Подрезание плавников (грудных, брюшных, хвостового) – наиболее простой способ серийного мечения. Разновозрастные группы маркируют подрезанием одного из парных плавников (грудных или брюшных). Завезенных производителей и ремонт рекомендуется метить подрезанием одного из брюшных плавников, так как хвостовой быстро регенируется и метка становится неразличимой.

Для маркировки групп, различающихся по полу, применяют подрезание хвостового плавника: самкам принято подрезать верхнюю, самцам – нижнюю лопасти. Плавники подрезают примерно на 3/4 длины лучей (рис. 1).

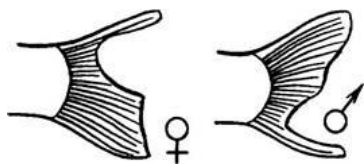


Рисунок 1. Мечение по полу

Для мечения ремонтного поголовья и производителей используют также термальное клеймение и криоклеймение. В первом случае клеймо нагревают, во втором – охлаждают до низких температур с помощью жидкого азота или твердой углекислоты.

Для индивидуального мечения принята десятичная система обозначения меток, наносимых в области брюшка. Для этого используют растворы разного цвета. Цвет красителя соответствует определенному разряду: синий – единицы, красный – десятки, оранжевый – сотни, а место введения – значению цифр (от 1 до 9).

Оранжевый краситель, введенный в область спины, используется в качестве возрастной метки. Каждой группе рыб присваивают свой серийный номер (от 0 до 9), соответствующий последней цифре года рождения этих рыб.

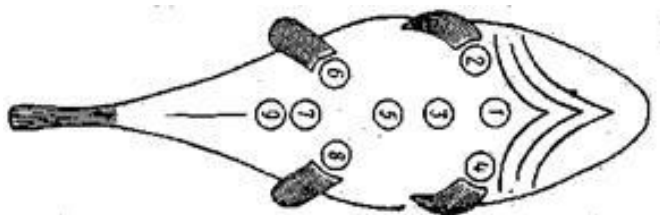


Рисунок 2. Индивидуальное мечение рыб с помощью красителей

Схема мечения производителей карпа органическими проционовыми красителями.

Мечение карпов, разводимых в рыбоводных хозяйствах, рекомендуется проводить с использованием холодноводорастворимых органических проционовых красителей импортного или отечественного производства.

Каждая группа карпов-производителей (различная по происхождению) метится одним, строго установленным схемой красителем конкретного цвета (красного, алого, фиолетового, зеленого, синего, оранжевого и т. д.).

Преимущество мечения рыб органическими проционовыми красителями, согласно предложенной схеме, заключается, во-первых, в том, что мечение по полу, возрасту и происхождению производителей проводится одним и тем же красителем; во-вторых, универсальность схемы мечения и простота чтения меток позволяют быстро определять возраст, пол, происхождение производителей независимо от квалификации работников хозяйств.

Отличительная метка по полу ставится в область мякоти левого грудного плавника самок карпа путем внутрикожного введения красителя. С целью упрощения чтения меток самцы отличительной метки по полу не имеют.

Возрастных меток пять. Данное количество меток согласуется с нормативными сроками эксплуатации производителей карпа (ВНИИПРХ, 1985).

Возрастные метки (серийные) имеют строго установленное месторасположение: 1-я – над правым брюшным плавником («верхний правый брюшной»), 2-я – под правым брюшным плавником («нижний правый брюшной»), 3-я – под левым брюшным плавником («нижний левый брюшной»), 4-я – над левым брюшным («верхний левый брюшной») соответственно и 5-я – «горле» (область, расположенная несколько выше условного центра между грудными плавниками (рис.4).

Учитывая работы по мечению, начатые в 1986 г. в рыбхозах «Волма» и «Красная Слобода», выяснили, что возрастное мечение хронологически проводится против часовой

стрелки, причем метка над правым брюшным плавником («верхний правый брюшной») является изначальной точкой отсчета.

Через пять лет эксплуатации старые производители выбраковываются, а на смену им в маточное стадо переводят молодых производителей с аналогичной возрастной меткой. Например, если будут выбраковываться производители с меткой над левым верхним брюшным плавником, т. е. 2005 г. р., то на смену этим производителям переводятся в стадо производители с меткой, которая означает уже 2010 г. р.

Исключение в предложенном порядке возрастного мечения составляет серийное мечение изобелинского (белорусского) карпа. Возрастное мечение у изобелинского карпа проводится по часовой стрелке (в силу ранее поставленных меток). В данной схеме для лахвинского карпа рекомендуется проционовый синий краситель, для ропшинского – красный, изобелинского – фиолетовый (эти красители наиболее устойчивы). Для вакантных групп карпа предлагаются красители черный, алый (ранее использовались для мечения селекционируемых отводок изобелинского карпа в рыбхозе «Изобелино»), оранжевый (рекомендовался ВНИИПРХом, 1979 г.).

Органические холодноводорастворимые проционовые красители дают стойкие, хорошо заметные в течение нескольких лет метки, не оказывают влияния на жизнедеятельность рыб и могут успешно использоваться для долгосрочного мечения рыб.

Ход работы

Рассмотреть различные типы меток, зарисовать их в тетрадь.

Контрольные вопросы:

1. Какой способ серийного мечения наиболее простой?
2. Какую лопасть подрезают самкам.
3. Назовите два вида клеймея.
4. Расскажите о схеме мечения красителями.

Лабораторная работа №7

Определение стадий зрелости половых продуктов и плодовитости

Цель: Ознакомление студентов с методикой определения плодовитости рыб.

Материалы и оборудование: рыба с икрой свежая или фиксированная, ванночки, фиксированная икра разных видов рыб, измерительные приборы (измерительные доски, штангенциркули, сантиметровые линейки и др.), весы электронные, бумага фильтровальная, ножницы, скальпели, пинцеты, препаровальные иглы, чашки Петри, часовые стекла, рассмотреть и зарисовать икринки разных видов рыб, лупы и бинокляры, линейки, карандаши, бумага, калькуляторы.

Задание:

1. Вычислить абсолютную и индивидуальную плодовитость самки.
2. Вычислить коэффициент зрелости гонад.

Теоретическая часть

Плодовитость

У рыб различают **плодовитость потенциальную, конечную, абсолютную, индивидуальную, относительную, рабочую, видовую и популяционную**. Плодовитость измеряется количеством икринок, а при живорождении - эмбрионов, личинок, мальков в яичниках или яйцеводах (у хрящевых рыб), готовых к вымету в данном нерестовом сезоне. Яичники для исследования плодовитости лучше всего брать у самок, идущих на нерестилища

Потенциальная плодовитость – это количество икры, откладываемое самкой за всю жизнь при обитании в оптимальных экологических условиях. У моноциклических рыб наивысший уровень потенциальной плодовитости закладывается на стадии личинок (у миног и горбуши) и сеголетков (у кеты, симы, нерки). У полициклических рыб с порционным так же как и рыб с единовременным икрометанием, потенциальная плодовитость формируется на третьей стадии зрелости яичников.

Конечная плодовитость – это фактическое количество икры, выметываемое самкой за всю жизнь. Экспериментальные данные указывают на тесную связь условий обитания и уровня потенциальной и конечной плодовитости. Он может отличаться в 3,5-6,5 раз (цит. по В.Н. Иванкову, 1985).

Абсолютная индивидуальная плодовитость (ИАП) – это количество икры, откладываемое самкой в течение одного нерестового периода. В ихтиологии обычно учитывают абсолютную индивидуальную плодовитость, называемую плодовитостью.

Индивидуальную плодовитость можно определять прямым методом, подсчитывая количество всех яиц в гонадах, взятых для исследования, или же применяя автоматические счетчики. Но чаще всего, учитывать огромное количество яиц у рыб можно только косвенно. Косвенный метод заключается в определении общей массы (весовой) или объема (объемный) всех яиц, изолированных из яичника, а также ряда взятых из них проб. Яйца в пробах просчитывают, соотносят с единицей измерения и увеличивают либо на всю массу, либо на весь объем ястыка.

Ход работы

- измерить и взвесить рыбу;
- взять чешую для определения возраста;
- после вскрытия определить степень зрелости половых продуктов по Шкале зрелости (при этом обращают внимание на величину гонад, цвет, консистенцию, характер икринок, наличие на половых железах мелкой сети кровеносных капилляров или крупных сосудов Цвет семенников, их консистенция, характер краев на поперечном срезе);

- извлечь и взвесить гонады;

- взвесить рыбу без внутренностей;

- определить вес чашки Петри (пустой);

- взять небольшую навеску икры в чашку Петри взвесить;

Навеска пробы зависит от размера икринок. Обычно чем мельче икринки, тем меньше навеска. Проба не должна быть большой. У лососей берут 10 - г икры, у осетровых - 5 г, у других рыб 0,2.- 5 г.

- просчитать количество икринок в навеске;

Если икра мелкая её просчитываю под лупой или биноклем.

- пересчитать количество икринок на 1 грамм веса икры;

- определить Абсолютную плодовитость, умножив количество икринок в 1 грамме веса икры на массу гонад (ястыков);

- определить Относительную плодовитость, разделив Абсолютную плодовитость на массу рыбы;

- определить коэффициента зрелости (для вычисления более реального показателя лучше использовать данные по массе рыбы без желудочно-кишечного тракта).

Коэффициент зрелости находят по формуле:

$$q = g / m * 100\% ,$$

где

q - коэффициент зрелости,

g - масса гонад, г

m - масса рыбы, г

- определить возраст рыбы;

Результаты обработки пробы по плодовитости и степени зрелости половых продуктов каждый учащийся должен представить в виде таблицы.

Таблица 1 – результаты

Номер рыбы	Длина, мл	Возраст	Масса, г	Масса ястыка, г	Плодовитость, шт.		Количество икринок в 1 г	Коэффициент зрелости, %
					абсолютная	Относительная		

Контрольные вопросы:

1. Что такое плодовитость?
2. Какие виды плодовитости вы знаете?
3. Что такое абсолютная плодовитость? Как она определяется?
4. Что такое относительная плодовитость? Как ее определить?
5. Как определить коэффициент зрелости гонад?

Лабораторная работа №8

Определение возраста рыб

Цель работы: Обучить студентов отбирать пробы чешуи, изготавливать препараты и определять возраст рыб по чешуе.

Материал и оборудование:

1. Свежая или фиксированная рыба.
2. Чешуйные книжки.
3. Предметные стёкла, пинцеты, препаровальные иглы.
4. Бинокляры. Микрофот.

Задание:

1. Ознакомится со способами определения рыб
2. Определить возраст рыбы по готовым препаратам.

Теоретическая часть

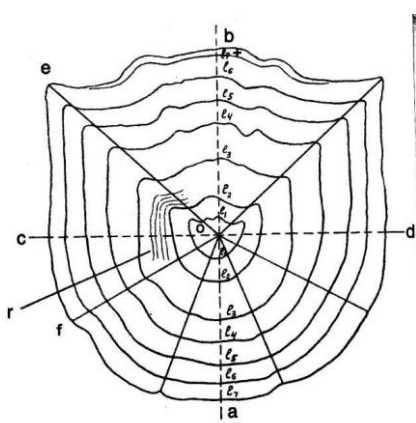
Изучение возраста и темпа роста рыб имеет теоретическое и практическое значение для решения биологических проблем и основных задач рыбного хозяйства. Оно указывает на перенаселение рыбой или, наоборот, на недостаточное использование кормовых ресурсов водоема; дает возможность установить момент наиболее рентабельного и целесообразного вылова; указывает период замедления роста и хозяйственную невыгодность дальнейшего выращивания рыб; позволяет выбрать наиболее скороспелые расы и вообще служит материалом для суждения о расах; оно нередко объясняет причины ежегодных колебаний в подходах промысловых рыб и составляет одну из важнейших теоретических предпосылок при составлении рыбохозяйственных прогнозов.

В основе определения возраста и роста рыб лежит свойство чешуи и костей образовывать наслоения в виде чередующихся колец, поясов, плоскостей и склеритов - валиков.

Каждому году жизни рыбы соответствует определенное кольцо на чешуе

Чешуя имеет вид тонкой прозрачной пластинки. По мере роста рыбы увеличивается размер каждой чешуйки. Однако увеличение чешуйки идет не за счет прироста по краям, а за счет появления снизу новых молодых чешуек большего размера. Следовательно, с увеличением возраста чешуя рыбы растет в толщину и состоит как бы из стопки наложенных друг на друга пластинок, из которых верхняя самая старая и маленькая, а нижняя самая молодая и большая. Ежегодно наслаивающиеся снизу пластинки образуют годовые кольца на своей периферии.

Установлено, что в течение года, как правило, формируется одна зона широких и одна зона узких склеритов, что соответствует одному году. Сколько на чешуе таких годовых колец, столько и лет рыбе.



Ход работы

1. Измерить длину рыбы.
2. Собрать чешую с тела рыбы, или из чешуйной книжки.
3. Изготовить препарат.
4. Определить возраст рыбы.
5. Промерить длину чешуи в разные годы жизни рыбы.

Чешую рыб необходимо брать на строго ограниченных участках тела, обычно её берут под спинным (если несколько, то под первым) плавником в первом-третьем рядах над боковой линией.

Возраст определяют по передней части чешуи. Для определения следует отобрать хорошую чешую и приготовить для подробного просмотра. Только что взятые чешуи у свежей рыбы или хранившиеся в специальных блокнотах (чешуйных книжках) промывают в разведенном нашатырном спирте или в простой воде (сырой) и очищают мягкой щеткой (или между пальцами) от покрывающей их слизи. Потом чешую высушивают, размещают между двумя предметными стеклами, которые стягивают по краям изолентой или скотчем и просматривают под лупой или микроскопом при 10.- 20-кратном увеличении в зависимости от ее размеров.

Необходимо брать не одну, а несколько чешуй, так как часть из них может иметь дефекты строения, делающие их непригодными для исследования. Препараты должны быть обязательно этикетированы. Этикетка должна содержать следующие данные: вид рыбы, место и дату лова, длину и порядковый номер особи в ведомости или чешуйной книжке, где содержится дополнительная информация.

Схема структуры чешуи семигодовалой (восьмилетней) красноперки

После определения возраста измерить длину чешуи в разные годы жизни рыбы C_1 , C_2 , C_3 , и т.д. используя измерительную шкалу бинокля или при помощи линейки при работе с микрофотоном.

Контрольные вопросы:

1. Какие структуры используют для определения возраста рыб?
2. Какие типы добавочных колец вы знаете?

3. Где берут чешую для определения возраста?

Лабораторная работа №9

Определение темпа роста рыб по чешуе

Цель работы: Ознакомление с методом расчёта темпа роста рыб по чешуе (Метод Э.Леа)

Материал и оборудование:

1. Результаты определения возраста рыб из Лабораторной работы №8
2. Калькуляторы;
3. Линейки, карандаши, бумага.

Задание:

1. Определить линейный темп роста рыбы по заготовленным препаратам.

Теоретическая часть

Определение темпа роста рыб. Вместе с определением возраста рыб ведется также и определение темпа их роста, что особенно важно для рыбоводства. Анализ прироста, как линейного, так и весового, позволяет сделать важные хозяйственные выводы о рентабельности роста и о предельно допустимом возрасте промысловых рыб с точки зрения наиболее быстрого и полного использования кормовых ресурсов водоема.

Рыбы растут в течение всей жизни, но неравномерно: в молодом возрасте они растут быстрее. Известно, что в периоды созревания половых продуктов, период миграций и нереста, когда многие рыбы не питаются, их рост замедляется и даже совсем приостанавливается. Наличие на костях и чешуе годовых отметок дает возможность установить зависимость между ростом чешуи и костей и ростом тела рыбы. И если эта зависимость пропорциональна, то посредством соответствующих вычислений можно установить длину рыбы в предшествующие годы.

Зная длину рыбы, длину чешуи и ширину годовых колец (в момент поимки), можно определить длину тела рыбы во все предыдущие годы ее жизни по формуле:

$$\frac{L}{C} = \frac{l_n}{c_x}; l_n = \frac{L}{C} c_x,$$

где L - длина рыбы, мм; C - длина чешуи (от центра до края в той части, где определяются годовые кольца), мм; l_n — длина рыбы в первый, второй, третий и другие годы, мм; c_x - длина чешуи в первый и другие годы (от центра чешуи и включая первое годовое кольцо), мм.

Для обозначения рыб разных возрастных групп пользуются специальной терминологией и обозначениями (табл. 1).

Таблица 1

Название возрастной групп	Число колец	Обозначение
Сеголеток	Нет	0+
Годовик	Одно	1
Двухлеток	Одно	1+
Двухгодовик	Два	2
Трёхлеток	Два	2+

Ход работы

1. По результатам измерения длины чешуи определить длину рыбы в разные годы жизни.
2. Определить прирост рыбы в разные годы жизни.
3. Заполнить таблицу 2
4. Начертить график динамики роста и приростов исследуемой рыбы.

Таблица 2. Результаты вычисления темпа роста рыб по методу прямой пропорциональности

Длина Чешуи	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7 и т.д.
Рассчитанная длина рыбы, мм	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7 и т.д.
Прирост рыбы, мм	l_1	$l_2 - l_1$	$l_3 - l_2$	$l_4 - l_3$	$l_5 - l_4$	$l_6 - l_5$	$l_7 - l_6$ и т.д.

5. Построить график темпа роста и динамики прироста рыбы.

Контрольные вопросы:

1. Какие показатели используют для определения темпа роста?
2. Что такое прирост рыбы и как его рассчитать?

Лабораторная работа №10

Вскрытие рыбы. Изучение внутреннего строения

Цель работы: ознакомление студентов со способом вскрытия рыб и внутренним строением.

Материалы:

1. Рыба свежая или фиксированная, ванночки.
2. Измерительные приборы (измерительные доски, штангенциркули, сантиметровые линейки и др.).
3. Весы электронные, бумага фильтровальная.
4. Ножницы, скальпели, пинцеты, препаровальные иглы, чашки Петри, часовые стекла
5. Рассмотреть и зарисовать икринки разных видов рыб.
6. Лупы и бинокляры.
7. Линейки, карандаши, бумага.
8. Калькуляторы.

Задание:

1. Провести вскрытие рыбы
2. Определить пол и стадию зрелости рыб.
3. Вычислить такие показатели как: индивидуальная и относительная плодовитость, коэффициент зрелости гонад, индекс наполнения кишечника, жирность.
4. Определить возраст рыбы

Теоретическая часть

Методы проведения биологического анализа.

Анализ проводится в целях сбора первичной информации о биологии (продолжительность жизни, соотношение полов).

Отбор проб на биологический анализ осуществляется стратифицированным методом, т.е. путем отбора равного количества особей каждой размерной группы, отмеченных уловов. Обычно материал собирается на протяжении определенного количества времени, путем подбора рыб по размерным группам в количестве 20-30 экз на 1 см длины рыбы. Количество необходимого материала зависит от возрастного ряда, темпа роста и вариабельности показателя роста одного годового класса.

При планировании временного интервала сбора, считается допустимым проведение анализа в течении 1-2 мес (на биологию), при этом показатели роста рыб достоверно не отличаются.

Требования к сбору:

1. Рыба должна быть не травмирована, чешуя не повреждена в том месте, где ее берут.
2. Все данные дублируются в ЧК и ихтиологический журнал.
3. ЧК и журналы инвентаризируются и подлежат хранению (не менее 5 лет).

Ход работы

Взвесить рыбу с точностью до грамма с помощью электронных весов и измерить с точностью до сантиметра с помощью линейки или сантиметра. Провести вскрытие при помощи трех разрезов. Сначала скальпелем прокалывают стенку брюшной полости насколько выше и впереди анального отверстия. В прокол вставляют тупой конец ножниц и делают первый разрез, который проходит вдоль брюшка параллельно его средней линии и кончается за основанием грудных плавников. Вторым полукруглым разрезом отсекают стенку брюшной полости, обнажая внутренние органы. С помощью третьего разреза вдоль головы отделяют стенку брюшной полости и убирают ее в сторону. Разрезы делают осторожно, чтобы не повредить внутренние органы (Головина, 2016). Визуально, по пятибалльной шкале определить жирность рыбы. Определяют пол рыбы и стадию зрелости визуально либо под бинокуляром. Гонады взвешивают. Если самка, то определяют ее и абсолютную плодовитость по формуле:

$$\text{ИАП} = \frac{\text{Число икринок в навеске}_e}{\text{Навеска}_a} \times \text{вес гонад}_d$$

Далее определяют относительную плодовитость

Относительная плодовитость (ОП) – это количество икринок, приходящееся на единицу длины или массы тела самки, для чего ИАП делится на длину или массу самки.

Затем взвешивают поротую рыбу и определяют коэффициент зрелости гонад по формуле

$$q = \text{масса гонад} / \text{массу рыбы без внутр.} \cdot 100$$

Затем взвешивают кишечник и его содержимое. Определяют индекс наполнения кишечника по формуле:

$$Q = \text{масса содержимого кишечника} / \text{масса рыбы} \cdot 100$$

Данные занести в таблицу 1

Таблица 1 – результаты исследования

Признак	Результат
Вид рыбы	
Длина всей рыбы, см	
Длина без С, см	
Вес всей рыбы, г	
Вес рыбы без внутр., г	
Пол, ♀♂	
Стадия зрелости	
Вес гонад, г	
Навеска икры, г	
Число икринок, шт	
Возраст	
Жирность (0-5), баллы	
Масса содержимого кишечника, г	

Контрольные вопросы:

1. Как определить жирность рыб?
2. Для чего нужна шкала зрелость?
3. Для чего определяют массу кишечника?
4. Какие требования существуют для сбора материала на анализ?

Лабораторная работа №11

Систематика рыб

Цель работы: ознакомиться с таксономическим разнообразием костных рыб.

Материал: фиксированная рыба, определители, бумага, карандаши, ручка.

Задание:

1. Определить характерные признаки отрядов рыб.

Теоретическая часть

Систематика (классификация, таксономия) – наука о многообразии живых организмов и распределении их по группам на основании (эволюционного) родства.

Типы и отряды используются в классификации животных, а отделы и порядки – в классификации растений и грибов.

Самая большая из приведенных систематических единиц – надцарство. Самая маленькая (исходная, минимальная, основная единица систематики) – вид.

Типы делятся на классы, классы – на отряды/порядки, отряды/порядки – на семейства и т.п. И наоборот: из видов состоят роды, из родов – семейства, из семейств – отряды/порядки...

Систематики могут выделять множество дополнительных таксонов – подтип, подкласс и т.п. Например, человек относится к подтипу Позвоночные.

У всех видов "двойное название": первое слово – название рода, второе – название вида.

Систематика рыб, называемая также таксономией — раздел, занимающийся присвоением рыбам научных названий, описанием их видов и распределением (классификацией) последних по естественным группам на основании родственных (эволюционных) связей.

До настоящего времени широко использовалась система рыб Л.С. Берга, в которую вносились изменения с учетом научных открытий (Линдберг, 1971). С современной точки зрения, все круглоротые и рыбы относятся к типу Хордовых(Chordata)подтипу Черепных (Craniata) или Позвоночных(Vertebrata) и подразделяются на 5 классов (Атлас, 2003)

• Тип Хордовые	<i>Chordata</i>
• <i>Подтип 1.</i> Бесчерепные	<i>Acrania</i>
• <i>Подтип 2.</i> Оболочники	<i>Tunicata</i>
• <i>Подтип 3.</i> Позвоночные	<i>Vertebrata</i>
• Раздел Бесчелюстные	<i>Agnatha</i>
• Надкласс Круглоротые	<i>Cyclostomata</i>
• Класс Миксины	<i>Myxini</i>
• Класс Миноги	<i>Petromyzontes</i>
• Раздел Челюстнороты	<i>Gnathostomata</i>
• Надкласс Рыбы	<i>Pisces</i>
• Класс Хрящевые рыбы	<i>Chondrichthyes</i>
• Надотряд Акулы <i>8 отр.</i>	<i>Selachomorpha</i>
• Надотряд Скаты <i>5 отр.</i>	<i>Batomorpha</i>
• Класс Цельноголовые	<i>Holocephali</i>
• Отряд Химерообразные	<i>Chimaeriformes</i>
• Класс Костные рыбы	<i>Osteichthyes</i>
• Подкласс Лопастеперые	<i>Sarcopterygii</i>
• Инфракласс Кистеперые	<i>Crossopterygimorpha</i>
• Отряд Целагантообразные	<i>Caelacanthiformes</i>
• Инфракласс Двоякодышащие	<i>Dipneustomorpha</i>
• Отряд Однолегочные	<i>Ceratodiformes</i>
• Отряд Двулегочные	<i>Lepidosireniformes</i>
• Подкласс Лучеперые	<i>Actinopterygii</i>
• Инфракласс Ганоидные	<i>Ganoidomorpha</i>
• Отряд Осетрообразные	<i>Acipenseriformes</i>
• Отряд Многоперообразные	<i>Polypteriformes</i>
• Отряд Амиеобразные	<i>Amiiformes</i>
• Отряд Панцирничкообразные	<i>Lepisosteiformes</i>
• Инфракласс Костистые рыбы	<i>Teleostei</i>

Ход работы

На таблицах и фиксированном демонстрационном материале ознакомьтесь с основными представителями надкласса Костные рыбы. Отметьте ниже в таблице 1 характерные особенности основных отрядов класса Лучеперые рыбы.

Таблица 1. Характеристика основных отрядов класса Лучеперые рыбы.

Название отряда	Характеристика отряда
Подкласс Хрящекостные рыбы	
Осетрообразные	
Подкласс Новоперые рыбы	
Панцирничкообразные	
Угреобразные	
Сельдеобразные	
Карпообразные	

Сомообразные	
Лососеобразные	
Щукообразные	
Трескообразные	
Скорпенообразные	
Окунеобразные	
Камбалообразные	

Контрольные вопросы:

1. Назовите признаки подкласса Хрящекостные рыбы
2. Назовите признаки класса Новоперые рыбы. Чем они отличаются от класса Хрящекостные?
3. Назовите особенности в строении осетровых рыб
4. Назовите особенности в строении камбалообразных.

Лабораторная работа №12

Освоение методик определения рыб

Цель: освоить методику определения рыб, познакомиться с систематикой, а также видовыми признаками рыб.

Материалы: фиксированная рыба, определители, препаровальные иглы, лабораторные лотки.

Задание:

1. определить рыб до вида

Теоретическая часть

Освоение методик определения рыб

Научное (латинское) название включает родовое (всегда пишется с заглавной буквы) и видовое обозначение. После названия вида ставится фамилия автора, впервые его описавшего. Например, *Carassius carassius* Linnaeus, 1758 – карась золотой, *Acipenser stellatus* Pallas, 1771 – севрюга. Систематическими единицами ниже вида будут подвид, морфа, раса и др. Близкие виды по ряду признаков объединяются в роды, роды – в семейства, семейства – в отряды, отряды в классы, классы в типы. Для удобства определения употребляют промежуточные обозначения – группа, подкласс, надкласс, подотряд, надотряд, подтип.

Принято, что единицы до отряда включительно имеют в латинских названиях определенное окончание: подсемейство оканчивается на **inae**, семейство на **idae**, отряд на **formes**. Например, подсемейство Сазаноподобные – *Suypriinae*, семейство Карповые – *Suypriidae*, отряд Карпообразные – *Suypriiformes*.

Таксоны	Примеры	
надцарство	Эукариоты	Eucaryota
царство	Животные	Animalia
подцарство	Многоклеточные	<u>Metaza</u>
тип/отдел	Хордовые	Chordata
класс	Костные рыбы	Osteichthyes
отряд/порядок	Лососеобразные	SALMONIFORMES
семейство	Лососевые	SALMONIDAE
род	тихоокеанские лососи	Oncorhynchus

вид	горбуша	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792)
-----	---------	-----------------------------------------------

Ход работы

Определите 4-5 вида лучеперых рыб разных отрядов и запишите ниже в таблице их систематическое положение.

Таблица. Систематическое положение различных видов лучеперых рыб.

№	Подкласс	Отряд	Семейство	Род	Вид
1					
2					
3					
4					
5					

На основе анализа характерных признаков рассмотренных представителей различных отрядов лучеперых рыб, подумайте и запишите отличительные признаки класса Лучеперые рыбы

Контрольные вопросы:

1. Какое окончание имеет название семейства на латинском.
2. Из чего состоит латинское название вида?
3. Что означает фамилия автора, стоящая после видового названия

Раздел 3. ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ

Тема 3.1 МЕТОДЫ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторная работа №1

Знакомство с высшей водной растительностью водоёмов

Цель работы: ознакомиться с высшей водной растительностью водоёмов.

Материалы: гербарий с высшими водными растениями, рисунки в учебниках и методических пособиях, определители.

Задание:

1. Определить растения гербария, пользуясь определительными таблицами. Подписать рисунки.

Теоретическая часть

Макрофиты играют существенную роль в биоценозе водоёма. Преобладание мелководных зон, хорошая прозрачность и прогреваемость воды создают благоприятные условия для развития в них водной растительности.

Водные растения могут использоваться в качестве корма для других животных, в частности уток. В этом случае утки выступают как мелиораторы, выедающие водную растительность и удобряющие пруд экскрементами. Избыточную растительность необходимо удалять из прудов и использовать ее в виде зеленого удобрения, компостов, скармливать домашней птице, скоту или добавлять в комбикорма для рыб и т. д. Для скармливания скоту пригодны молодые растения тростника, рогоза, камыша, осоки, манника, ряски, телореза, рдеста, элодеи, кувшинки, кубышки. Из старой растительности (рогоз, камыш, тростник, осока) готовят силос.

С точки зрения хозяйственного использования интерес представляют следующие виды растений: низшие - хара, нитчатые; высшие надводные - осока стройная, осока топяная, осока обыкновенная, хвощ болотный, тростник обыкновенный, камыш озерный, рогоз широколистный, аир болотный, манник пышный, стрелолист обыкновенный; высшие плавающие - ряска малая, ряска многокоренная, ряска трехдольная, кубышка желтая, кувшинка белая, гречиха земноводная, водокрас лягушечный, рдест плавающий; высшие погруженные - рдест пронзеннолистный, рдест остролистный, рдест блестящий, рдест гребенчатый, рдест курчавый, рдест маленький, пузырчатка, элодея канадская, роголистник темно-зеленый, уруть колосистая, телорез обыкновенный.

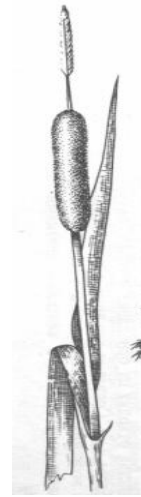
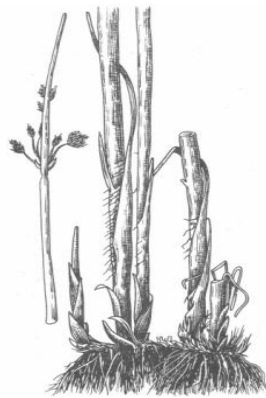
Удобрение мальковых прудов подвяленными аиром, рогозом, тростником, камышом в позволяет в значительной степени обеспечить потребность личинок карпа и растительноядных рыб в первый период подращивания в таком корме, как детрит, коловратки, мелкие беспозвоночные, и повысить выживаемость.

Некоторые водные растения служат сырьем для получения лекарственных препаратов, используются в парфюмерии. В медицине применяют листья и стебли с цветками водяного перца, корни от двухлетних растений алтея, листья трифоли, кору молодых стеблей и толстых веток крушины ломкой, корневища аира, корни и корневища валерианы. Листья трифоли используют в пивоварении, корневища чемерицы - в ветеринарии, корневища ириса - в парфюмерии.

Ход работы

Рассмотреть и описать различные экологические группы макрофитов. Следует обратить внимание на строение корня, стебля и листья растений, а также место их произрастания на водоеме. Подписать названия растений, используя Практикум по гидробиологии Н. А Березиной, плакаты с рисунка высшей водной растительностью, а также определители.





Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику различных экологических групп водных растений. Приведите примеры.
2. Как влияет зарастаемость водоемов на их продуктивность?
3. Какими растениями удобряют мальковые пруды?
4. Какие виды растения предстают хозяйственный интерес.
5. Какие растения используют в медицине?

Лабораторная работа №2

Знакомство с синезелёными, пирофитовыми, золотистыми, эвгленовыми водорослями

Цель работы: изучение отделов синезеленые, пирофитовые, золотистые и эвгленовые водоросли.

Материалы: плакаты, методические пособия, готовые препараты.

Задание:

1. Рассмотреть различные отделы водорослей.
2. Подписать рисунки

Теоретическая часть

Отдел сине-зеленые водоросли (Cyanophyta)

Отдел насчитывает около 2 тыс. видов. Эта самая древняя группа водорослей, их остатки были найдены в докембрийских отложениях, возраст которых 3 миллиарда лет. Синезеленые водоросли вместе с бактериями относятся к прокариотам и многие ученые склонны исключать цианеи из группы водорослей.

Среди сине-зеленых водорослей есть одноклеточные формы, но преобладают нитчатые и колониальные. В клетках сине-зеленых водорослей нет оформленного ядра, отсутствуют митохондрии, вакуоли с клеточным соком, нет оформленных пластид, а пигменты, с помощью которых осуществляется фотосинтез, заключены в особые фотосинтетические пластины - ламеллы. У сине-зеленых водорослей имеются хлорофилл "а", каротиноиды (пигменты красного, желтого и оранжевого цвета), синие пигменты - фикоцианин, аллофикоцианин и красный пигмент - фикоэритрин

Клетки нитчатых и колониальных водорослей погружены в специальную слизь, выполняющую защитные функции и оберегающую клетки от высыхания. Многие синезеленые нитчатые водоросли имеют специальные клетки, кажущиеся пустыми - гетероцисты. Эти клетки с хорошо выраженной двухслойной оболочкой и бесцветным содержимым. Существование гетероцист связывают со способностью сине-зеленых водорослей, которые их имеют, фиксировать азот.

Размножаются синезеленые водоросли простым делением клетки, в случае, если водоросли одноклеточные. Нитчатые водоросли размножаются гормогониями - фрагментами материнской нити. Некоторые синезеленые водоросли образуют в процессе размножения споры, способные прорасти в новые нити.

Отдел пирофитовые (Pyrrhophyta)

Это своеобразный отдел водорослей, представленный в основном одноклеточными организмами, распространенными в морях и пресных водоемах. Отличительной особенностью пирофитовых водорослей является их дорсовентральное строение (спинно-брюшное). Другой признак, отличающий представителей пирофитовых от других отделов, это наличие двух неравновеликих жгутиков, отличающихся также и по функциям. Важная черта представителей отдела - это наличие у них глотки, имеющей вид мешка или трубы.

Пирофитовые водоросли чрезвычайно разнообразны по окраске.

Размножение в основном вегетативное, путем продольного деления клетки, реже наблюдается бесполое размножение зооспорами и автоспорами. Половой процесс достоверно не известен.

Отдел золотистые водоросли (Chrysophyta)

К отделу относятся микроскопические водоросли, хлоропласты которых окрашены в золотистый цвет. Из пигментов известны хлорофилл а, е, много каротиноидов (каротины, ксантофиллы - фукоксантин). В процессе фотосинтеза вместо крахмала у золотистых водорослей образуется лейкозин. Бывают одноклеточными, колониальными и многоклеточными. Характеризуются большим многообразием форм таллома - амeboидный, монадный, пальмеллоидный, коккоидный, нитчатый, разноритчатый и пластинчатый. Размножаются простым делением клетки, участками колонии или многоклеточного таллома. Бесполое размножение осуществляется при помощи одно - или

двухжгутиковых зооспор, реже амебоидов. Половой процесс изогамный, хологамия (простейший тип полового процесса, при котором сливаются не специализированные гаметы, а целые одноклеточные организмы, выступающие на определенном этапе жизни в роли гамет) или автогамный (самооплодотворение – слияние двух ядер, находящихся в одной клетке).

Распространены в основном в пресных водах, особенно характерны для кислых вод сфагновых болот.

Отдел Эвгленовые (Euglenophyta)

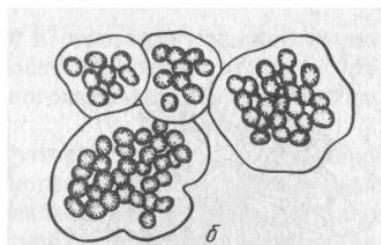
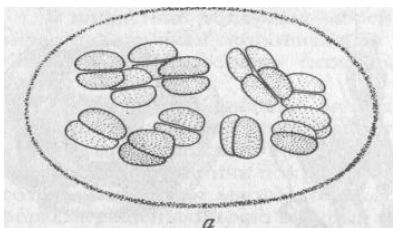
Очень своеобразная группа одноклеточных подвижных водорослей. Систематическое положение эвгленовых до сих пор точно неясно – зоологи относят их к животным (тип Protozoa), ботаники к растениям. Эвгленовые содержат пигменты хлорофиллы а и b, но в темноте способны утрачивать их и переходить на гетеротрофное питание. У них отсутствует клеточная стенка, её функции выполняет белковая пелликула. Имеют глазок и пульсирующие вакуоли. Запасают углеводы в виде парамилона. Размножаются бесполом путем деления клетки надвое. Половое размножение не наблюдается. В основном пресноводные формы.

Ход работы

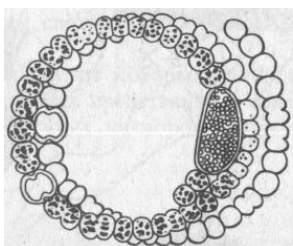
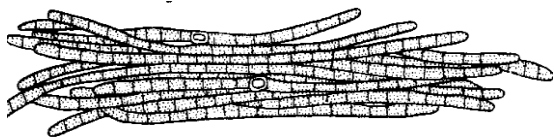
Привести краткую характеристику, рассмотреть и описать (окраска, строение клеток, места обитания) основных представителей отделов синезеленых, пиррофитовых и золотистых и эвгленовых водорослей;

Отдел Синезеленые водоросли - Cyanophyta (циановые)

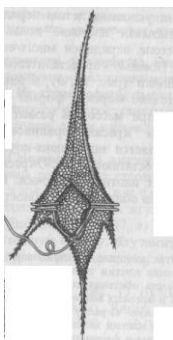
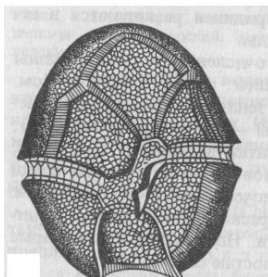
Класс хроококковые



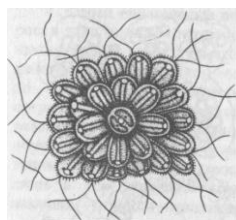
Класс гормогониевые



Отдел Пирофитовые водоросли - Pyrophyta
Класс перидиней



Отдел золотистые водоросли – Chrysophyta



Контрольные вопросы:

1. Назовите пигменты, которые обуславливают окраску синезеленых водорослей.
2. Опишите строение клетки синезеленых водорослей
3. Перечислите места обитания синезеленых водорослей. Их распространение в морских и пресных водоемах.
4. Назовите водоросли вызывающие "цветение" воды.
5. Какую окраску имеют хроматофоры золотистых водорослей.
6. Каково строение клетки золотистых водорослей?
7. В каких водоемах массово развиваются золотистые водоросли?
8. Опишите строение клетки пирофитовых водорослей.
9. Перечислите морских представителей перидиней.
10. Опишите явление "красных приливов" в морях. Какие водоросли его вызывают?

Лабораторная работа №3

Знакомство с диатомовыми, зелеными водорослями

Цель работы: изучить отделы диатомовых и зеленых водорослей.

Материалы: методические пособия, тетради для лабораторных работ.

Задание:

1. Рассмотреть различные отделы водорослей.
2. Подписать рисунки

Теоретическая часть

Отдел диатомовые водоросли (Bacillariophyta) включает около 5000 видов.

Диатомовые водоросли, или диатомеи, — самая распространенная на Земле группа водорослей. Диатомеи обитают в соленых и пресных водоемах, на поверхности снега и в горячих гейзерах (при температуре около 85°C), во влажных почвах, на скалах и коре деревьев. Они создают около 1/2 биомассы Мирового океана, 2/3 кислорода, производимого Мировым океаном, и около 1/4 всего органического вещества на Земле.

В благоприятных условиях диатомеи делятся 8 раз в сутки. Высокие темпы размножения спасают их от полного выедания животными.

Большая часть диатомовых водорослей, обитающих в воде, принадлежит к планктонным организмам, которые свободно парят в воде и пассивно переносятся течениями, однако в питании морских животных важная роль принадлежит и бентосным (донным) диатомовым водорослям.

Отдел зеленые водоросли (Chlorophyta) объединяет 5700 видов. Зеленые водоросли — одна из самых распространенных и разнообразных групп водорослей. В отличие от красных или бурых водорослей, большинство зеленых водорослей обитает в пресноводных водоемах и только некоторые виды — в морях.

Отдельные представители приспособились к жизни на суше — в почве или в сырых, затененных местах с периодическим увлажнением (на коре деревьев, валунах, заборах).

Зеленые водоросли представлены одноклеточными, многоклеточными и колониальными формами. Некоторые зеленые водоросли имеют неклеточный таллом. Среди многоклеточных форм особенно распространены нитчатые водоросли, которые в прудах и реках образуют тину.

Ход работы

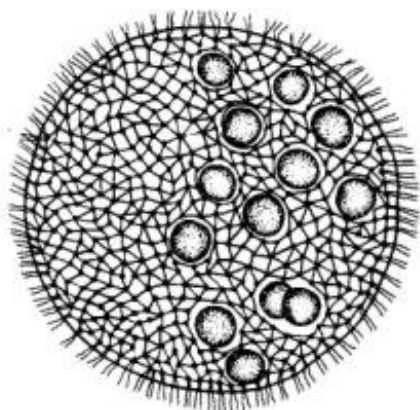
Привести краткую характеристику, рассмотреть и описать основных представителей зеленых и диатомовых водорослей (строение клеток, места обитания).

Отдел зеленые водоросли - Chlophyta

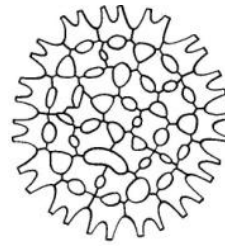
1. Класс зеленых

Род вольвокс

Род хламидомонада



Порядок протококковых



Порядок улотриковые



Порядок десмидиевые



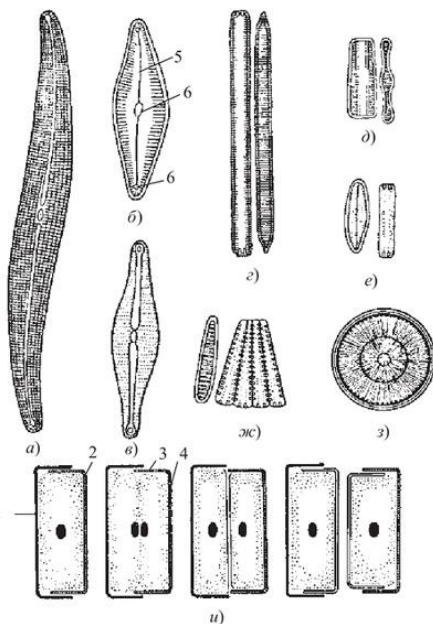
Порядок зигнемовые



Класс хары (лучицы)



Отдел диатомовые водоросли - Bacillariophyta



Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику зеленых водорослей.
2. Опишите распространение зеленых водорослей в морских и пресных водоемах.
3. Каково строение хроматофоров у спирогиры, зигнемы, мужоции?
4. Дайте характеристику водорослей из класса харовых.
5. Каково строение оболочки клетки диатомовых, их окраска?
6. Какие формы створок у диатомовых из классов центрических и перистых?
7. Каковы места обитания диатомовых водорослей?
8. Назовите наиболее распространенные в морских и пресных водоемах роды диатомей.

Лабораторная работа №4

Знакомство с красными и бурыми водорослями

Цель работы: изучить отделы красных и бурых водорослей

Материалы: методические пособия, тетради для лабораторных работ, гербарий с красными и бурыми водорослями.

Задание:

1. Рассмотреть различные отделы водорослей.
2. Подписать рисунки

Теоретическая часть

Красные водоросли, или багрянки (Rhodophyta) — обитают преимущественно в морях (часто на большей глубине, чем зелёные и бурые водоросли, что обусловлено присутствием фикоэритрина, способного, по-видимому, использовать для фотосинтеза зелёные и синие лучи, проникающие глубже других в воду), меньше в пресных водах и почве. Из 4000 видов багрянок только 200 видов обитает в пресноводных водоёмах и почвах. Багрянки — глубоководные организмы. Они могут обитать на глубине до 100-200 м (а отдельные представители обнаружены на глубине до 300 и даже 500 м), но могут развиваться и в верхних горизонтах моря, в том числе и на литорали.

Строение красных водорослей

Чем короче длина световой волны, тем больше ее энергия, поэтому на большие глубины проникают только световые волны с короткой длиной волны и, соответственно, с высокой энергией. Вспомогательные пигменты красных водорослей расширяют спектр поглощаемого ими света в сине-зеленой и сине-фиолетовой областях спектра.

Предшественники хлоропластов у красных водорослей — цианобактерии. Основной фотосинтетический пигмент — хлорофилл **a** (зеленого цвета). Вспомогательные фотосинтетические пигменты: хлорофилл **d** (у некоторых видов), каротиноиды (желтого цвета) и фикобилины (синий — фикоцианин и красный — фикоэритрин). Именно фикобилины, имеющие белковую природу, поглощают остатки синего и фиолетового света, проникающие на большие глубины.

В соответствии с изменением соотношения фотосинтетических пигментов окраска красных водорослей с увеличением глубины меняется: на мелководье они желто-зеленые (иногда имеют голубой оттенок), затем становятся розовыми и, наконец, на глубине более 50 м приобретают интенсивный красный цвет.

Красными эти водоросли выглядят, только если их вытащить на поверхность. На большой глубине водолазам они кажутся черными, настолько эффективно поглощают они весь падающий на них свет.

Из красных водорослей получают особые полисахариды — каррагены, подавляющие размножение вируса СПИДа (синдрома приобретенного иммунодефицита). Сырьем для производства каррагенов служит красная водоросль хондрус («ирландский мох») — рис. 1в, г. Красные водоросли, так же как и другие водоросли, можно использовать на корм скоту и как удобрение.

Отдел бурые водоросли (Phaeophyta) насчитывает около 1500 видов.

Известно около 1500 видов бурых водорослей. Почти все они обитают в морях. По продолжительности жизни бурые водоросли бывают однолетними и многолетними.

Бурые водоросли — это исключительно многоклеточные растения. Длина их тела составляет от нескольких сантиметров до 100 м. Облик бурых водорослей представляет собой нити, либо широкие листовидные пластины, часто сильно рассеченные.

Заросли бурых водорослей встречаются от зоны прилива и отлива, где они часами находятся вне воды, до глубины 40–100 и даже 200 м, куда проникают отдельные солнечные лучи. Поэтому у этих водорослей преобладает бурый пигмент (фукоксантин), способный к использованию энергии света таких лучей при образовании органических веществ.

Клетки бурых водорослей содержат по одному ядру и несколько мелких хроматофоров. Оболочки клеток снаружи ослизненные. Слизь защищает их тело от удара волн и способствует сохранению воды в организме водорослей, обнажающихся во время отлива. Бурые водоросли, также как и зеленые, способны к фотосинтезу, то есть в их клетках содержится зеленый пигмент хлорофилл. Однако у них много также других пигментов, имеющих желтый, бурый, оранжевые цвета. Эти пигменты «перебивают» зеленый цвет растения, придавая ему коричневатый оттенок.

Запасное вещество - близкий к крахмалу растворимый углевод ламинарин.

Бурые водоросли образуют на относительно небольшой глубине целые «подводные леса», окружающие сплошной стеной побережья всех морей и океанов обоих полушарий. Эти «подводные леса» служат источником пищи, укрытием и местом размножения для огромного числа морских обитателей, в том числе и для многих промысловых рыб. После отмирания водоросли образуют детрит, являющийся кормом для планктонных организмов.

Бурые водоросли распространены повсеместно, однако самые крупные виды встречаются в морях умеренных и северных широт.

Ход работы

Привести краткую характеристику, рассмотреть и описать основных представителей бурых и красных водорослей (строение клеток, места обитания).

Отдел бурые водоросли - РНАЕОРНУТА

Род ламинария (*Laminaria*)



Род фукус (*Fucus*)



Род аскофиллум (*Ascophyllum*)



Род алария (*Alaria*)

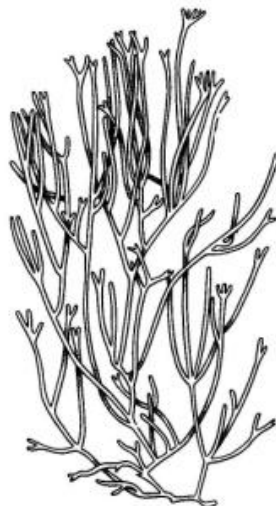


Отдел красные водоросли - Rhodophyta

Род порфира (Porphyra)



Род анфельция (Ahnfeltia)



Род филлофора (Phyllophora)



Род литотамнион (Lithothamnion)



Контрольные вопросы:

1. Какие пигменты определяют окраску бурых водорослей?
2. Перечислите области обитания бурых водорослей.
3. Каково значение бурых водорослей?
4. Дать характеристику различных представителей бурых водорослей.
5. Какие пигменты определяют окраску красных водорослей?
6. Перечислите области обитания красных водорослей.
7. Дать характеристику красных водорослей.
8. Каково значение красных водорослей?

Лабораторная работа №5

Ознакомление с приспособлением водных организмов к обитанию в толще воды

Цель работы: изучить приспособления водных организмов к обитанию в толще воды.

Материалы: пробы с фиксированным пресноводным планктоном, содержащим представителей разных отделов водорослей и беспозвоночных (ветвистоусые, веслоногие ракообразные, коловратки), микроскоп, препаровальные или ручные лупы, пинцеты, штемпельпипетки, препаровальные иглы, чашки Петри, предметные и покровные стекла.

Теоретическая часть

Планктон (от греческого *planctos* – парящий) представляет собой совокупность растительных (фитопланктон) и животных (зоопланктон) организмов, обитающих в толще воды и находящихся в состоянии парения. Лишь немногие представители планктона временно используют субстрат в качестве опоры. Характерная черта планктонных организмов – полное отсутствие или незначительное развитие органов движения. Поэтому планктонные организмы не способны противостоять движению воды и пассивно увлекаются волнами и течениями.

Планктонные организмы с целью удержаться в толще воды используют ряд приспособлений:

1. Обводнение тела. Количество воды в теле планктонных организмов в среднем равно 80-85%, но у некоторых из них оно достигает 95-97% (медузы, гребневика). Благодаря огромному количеству воды плотность планктона близка к плотности воды. Обилие воды делает эти организмы необычайно прозрачными и нежными.

2. Редукция скелетных образований. Все планктонные организмы лишены тяжелого скелета и поэтому резко отличаются от близких форм, ведущих донный образ жизни. Например, крылоногие и килевогие моллюски характеризуются или полным отсутствием раковины, или очень слабым ее развитием.

3. Жировые включения. Это прежде всего резервные вещества, однако одновременно они служат и для уменьшения плотности тел. У планктонных водорослей продуктом фотосинтеза является не относительно тяжелый крахмал, а легкие липиды. Жировые включения широко распространены у различных планктонных животных. Очень богаты жиром тела веслоногих и ветвистоусых ракообразных.

4. Газовые включения. Широко распространенные у планктонных организмов, они имеют свой объем в зависимости от изменений температуры и давления в окружающей среде. Поэтому организмы с газовыми включениями могут при помощи этого гидростатического аппарата не только сохранять равновесие, но и подниматься вверх и опускаться вниз. Так, планктонные синезеленые водоросли содержат в своих клетках многочисленные газовые вакуоли, с помощью которых в известные периоды поднимаются из придонных слоев к поверхности воды. Нередко уменьшение плотности достигается с помощью нескольких приспособлений. Например, у личинок хаборуса ткани богаты водой, что делает их тело совершенно прозрачным. Наряду с этим у личинок наблюдается редукция скелетных образований и имеется хорошо развитый гидростатический аппарат.

Способность планктонных организмов к парению зависит и от формы их тела. Чем больше площадь тела и чем меньше масса гидробионта, тем устойчивее он парит в толще воды.

На основе характера приспособлений планктонных организмов к увеличению сопротивления их можно подразделить на три конвергентные группы:

1. Удлинение одной оси. Многие растительные и животные организмы имеют палочковидную форму тела. Она наблюдается у ряда диатомовых, пирофитовых, синезеленых и других водорослей, а также у щетинкочелюстных и многих ракообразных. Такой палочковидный, конвергентный облик характерен как для одиночных, так и для

колониальных организмов (некоторые синезеленые и диатомовые водоросли, сальпы Tunicata)

2. Удлинение двух осей. У многих представителей фито и зоопланктона тело имеет уплощенную, дисковидную форму. Таковы например, многие диатомеи, синезеленые, радиолярии, медузы и др. Эти организмы образуют конвергентную группу дисковидных, пластинчатых форм

3. Образование выростов. На теле планктонных организмов часто наблюдаются выросты. Многочисленными шипами, иглами, ресничками, например, покрыто тело ряда радиолярий, инфузорий, личинок иглокожих, червей и других организмов. Все они образуют группу ежевидных форм.

Способность планктонных организмов к постоянному пребыванию в толще воды в значительной степени зависит от их величины. Планктон представлен в основном микроскопическими формами.

В зависимости от размеров планктон подразделяется на пять групп:

1) мегалопланктон (melagos – громадный) немногие организмы длиной более 1 м (некоторые медузы, гребневики, сифонофоры);

2) макропланктон (macros – крупный) размером 1-100 см (медузы, сальпы, некоторые высшие ракообразные);

3) мезопланктон (mesos – средний) размером 1-10 см (низшие ракообразные, личинки многих донных беспозвоночных);

4) микропланктон (micros – маленький) размером 0,05-1мм; к этой группе относятся большинство представителей фитопланктона, простейшие и др.;

5) нанопланктон (nanos – карликовый) размером менее 0,05 мм; это бактерии, жгутиковые, многие водоросли. Ультрапланктон представлен организмами размером не более нескольких микроны (бактерии).

Ход работы

1. Описать приспособления к парению:

-Обводнение тела

-Редукция скелетных образований

-Жировые и газовые включения

2. Конвергентные группы планктона.

-Описать представителей разных групп.

3. Описать размерные группы планктона.

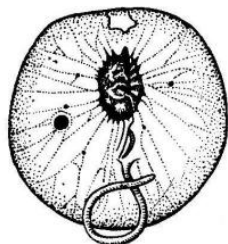
1. Приспособление к парению

Обводнение тела

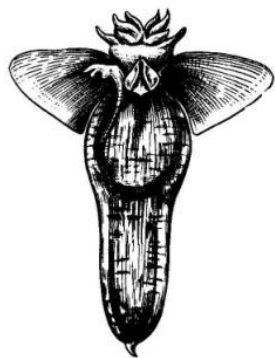
Содержание воды у некоторых гидробионтов, %

(по Маликовой)

Хирономиды	Ручейники	Энхитреиды	Гаммариды	Дафнии
87.06	79.88	82.31	79.29	89.43



Редукция скелетных образований



Жировые включения

Содержание жира у некоторых гидробионтов, %

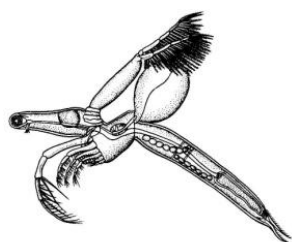
(по Маликовой)

Хирономиды	Ручейники	Энхитреиды	Гаммариды	Дафнии
2.86	9.09	14.53	7.68	21.76

Газовые включения



2. Конвергентные группы планктона



Контрольные вопросы:

1. Описать приспособление планктонных организмов к парению и привести примеры.
2. Назвать конвергентные группы планктона и привести примеры.
3. Охарактеризовать размерные группы планктона.

Лабораторная работа №6

Определение представителей зоопланктона

Цель работы: изучить основные группы зоопланктона

Материалы: сборы зоопланктона, определители зоопланктона, микроскоп, препаровальные или ручные лупы, пинцеты, чашки Петри, предметные и покровные стекла, камера Богорова, пластинки для подсчета водных организмов.

Задание. Зарисовать и описать строение дафнии, циклопа и диатомуса.

Теоретическая часть

Зоопланктон (животный планктон) - это мелкие организмы, которые часто оказываются во власти океанских течений, но, в отличие от фитопланктона, не способны к фотосинтезу. Термин зоопланктон не является таксономическим, но характеризует образ жизни некоторых животных, которые передвигаются благодаря течению воды. Зоопланктон либо слишком мал, чтобы противостоять течению, либо большой (как в случае многих медуз), но не имеет органов, позволяющих свободно плавать. Кроме того, есть такие организмы, которые являются планктоном только на определенной стадии их жизненного цикла. Слово планктон происходит от греческого слова *planktos*, означающего «странствующий» или «блуждающий». Слово зоопланктон включает в себя греческое слово *zoion*, означающее «животного».

В состав зоопланктона входят простейшие, коловратки и ракообразные.

Коловратки (*Rotatoria*)

Коловратки (*Rotatoria*) в планктоне пресных водоемов играют очень большую роль, а в морях же их значение ограничено. Коловратки - микроскопические двусторонне симметричные животные. Тело их покрыто кутикулой, многие имеют панцирь.

Спереди у них находится особый орган движения и захвата пищи, так называемый коловращательный аппарат, состоящий обычно из двух кругов ресничек, а сзади у многих видов - обособленная нога с двумя пальцами на конце. Характерно присутствие в пищеварительном тракте особого жевательного аппарата (мастакс), состоящего из мускулистой округлой глотки и заключенных в ней челюстей, в своем устройстве специфичных для отдельных видов.

Самыми распространенными в пресноводном планктоне считаются виды *Keratella* (*K. cochlearis*, *K. quadrata*), *Kellicottia longispina*, *Notholca striata*, *Synchaeta* (*S. Tremula* и *S. pectinata*), *Ploesoma hudsoni*, *Asplanchna* (*A. priodonta*, *A. brightwelli*), *Filinia longiseta*, *polyarthra trigla*, *potpholyx complanata*, колониальные коловратки *Conochilus* и *Conochiloides*, реже встречаются *Gastropus stylifer*, *Collotheca pelagica*, *proalides denticulatus*, *Anuraeopsis fissa*, *Diurella styluta*, *Trichocerca cylindrica*, *Euchlanis dilatata*.

Ракообразные (*Crustacea*)

Низшие ракообразные делятся на пять отрядов.

Ветвистоусые ракообразные (*Cladocera*)

Отряд ветвистоусых (*Cladocera*) распространен преимущественно в пресных водоемах - озерах, прудах, болотах. Многие из них встречаются среди зарослей в прибрежной зоне водоемов, немногие в донном илу, некоторые входят в состав планктона, нередко доминируя здесь среди остальных групп зоопланктона и во многих случаях являясь весьма существенным источником пищи для молоди и ряда взрослых рыб

Тело ветвистоусых содержит меньшее число сегментов, чем тело жаброногих (всего 6 грудных сегментов), а брюшко неясно расчленено. Все тело, кроме головы, заключено в двустворчатую раковину. Вторая пара длинных двуветвистых антенн служит для плавания. Имеется 4-6 пар грудных листовидных конечностей с жаберными придатками, иногда превращенных в хватательные. Задний конец тела оканчивается подвижной с двумя когтями каудой.

Почти все ветвистоусые активные фильтраторы, питающиеся фитопланктоном, бактериями или детритом. Немногие из планктических кладоцер, обладающие хватательными конечностями, хищники, например *Bythotrephes*, *Leptodora*, последняя достигает длины 18 мм и является опасным врагом для других зоопланктеров. Некоторые всеядны (*polyphemus*).

Веслоногие ракообразные (*Copepoda*)

Отряд веслоногих (*Copepoda*), играющие весьма большую роль в планктоне пресных, солоноватых континентальных водоемов и морей, характеризуется следующими особенностями. Тело состоит из сегментированных головогруди и брюшка. Спереди нередко образуется выступ - рострум, сзади двуветвистый придаток - фурка, заканчивающаяся оперенными щетинками. На голове - передняя пара длинных одноветвистых и задняя пара коротких двуветвистых антенн. На груди 5 пар (реже 4) конечностей, из них 4 пары плавательных.

Все свободноживущие веслоногие раздельнополы. Из оплодотворенного яйца выходит просто организованная, с одним непарным глазом, личинка - науплиус, которая в результате ряда следующих друг за другом линек даст 5 или 6 науплиальных и 6 копеподитных стадий. По числу половых периодов в году различают моно-, ди- и полициклические популяции. По способу захвата пищи имеются активные фильтраторы и хищники.

За исключением паразитических, обитающие в пресных и солоноватых континентальных водоемах свободноживущие веслоногие относятся к трем подотрядам - *Calanoida*, *Cyclopoida* и *Harpacticoida*.

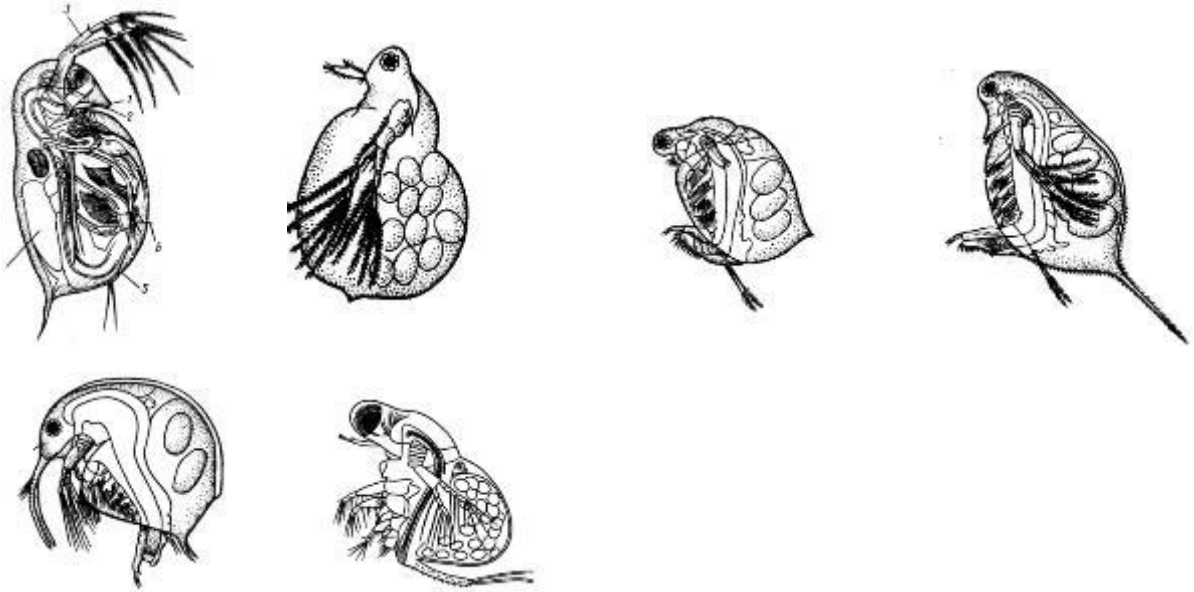
Ход работы

1. Привести краткую характеристику, рассмотреть и подписать представителей ресничных инфузорий, амёб и других простейших.
2. Привести краткую характеристику, рассмотреть и подписать представителей низших ракообразных.
3. Привести краткую характеристику, рассмотреть и подписать представителей коловраток.

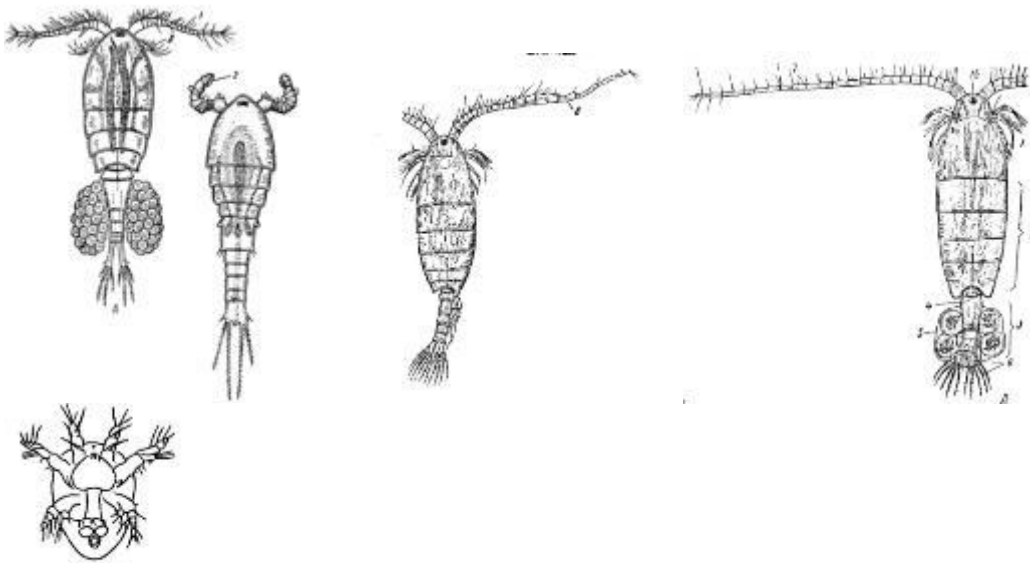
1. Простейшие (Protozoa)



2. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)



3. Веслоногие рачки (Copepoda)



Контрольные вопросы:

1. Назовите основные таксоны зоопланктона.
2. Расскажите о строении дафнии, циклопа и диаптомуса.
3. Назовите характерные признаки коловраток.
4. Назовите представителей Веслоногих рачков
5. Чем характеризуются Ветвистоусые рачки?

Лабораторная работа № 7

Определение представителей зообентоса

Цель работы: ознакомиться с представителями зообентоса.

Материалы: набор донных беспозвоночных, фиксированных в сухом виде (5-6 форм для каждого студента) пресноводные брюхоногие и двустворчатые моллюски, насекомые и их личинки, пресноводные губки, определители беспозвоночных.

Задание: Определить систематическое положение, зарисовать организмы, относящиеся к разным биологическим группам бентоса.

Теоретическая часть

Донные организмы (бентос) в зависимости от их отношения к субстрату, т. е. от образа жизни, делятся на 5 групп.

1. Прикрепленные организмы.

К этой группе относится большинство растений (как водорослей, так и высших). Прикрепленный образ жизни широко распространен у представителей зообентоса. Его ведут губки, гидроиды, кораллы, мшанки, многие черви, некоторые двустворчатые моллюски, усоногие раки, некоторые личинки насекомых, морские лилии асцидии и др.

Одни животные прикреплены постоянно, другие временно, например личинки двукрылых насекомых из сем. *Elephagoceridae* (рис. 1, а). У прикрепленных животных выработался ряд приспособлений. Почти все они утратили конечности, если же конечности сохранились, они выполняют другую функцию. Например, у усоногих раков они служат для захвата пищи. У большинства прикрепленных форм редуцированы органы зрения и равновесия, но вместе с тем хорошо развиты органы осязания.

Многие прикрепленные животные для более успешного лова пищи имеют вытянутую форму. Некоторые из них, например, помещаются на стебельке (инфузории, губки, некоторые иглокожие и др.), а на верхнем конце тела образуется ловчая воронка, окруженная венцом щупалец. Более эффективной добыче пищи способствует древовидный облик многих сидячих животных, возникающий в результате колониального образа жизни и размножения почкованием.

2. Сверлящие организмы.

Они условно делятся на камнеточцев и древоточцев, так как есть животные, которые могут внедряться и в тот, и в другой субстрат. Сверлящие организмы — в основном обитатели моря. В пресных водах они встречаются редко. Систематический состав камнеточцев разнообразен. Сверлению подвергаются плотные осадочные породы, скалы, сложенные из известняка, песчаника, сланцев, а также мрамор, бетон, кирпич, раковины моллюсков. Среди камнеточцев встречаются микроскопические водоросли (зеленые, синезеленые), грибы, губки, черви, ракообразные, двустворчатые моллюски, некоторые морские ежи.

Водоросли и грибы в процессе сверления выделяют различные кислоты, растворяющие такие мягкие породы, как известняки и песчаники. Эти организмы протачивают в поверхностном слое пород густую сеть каналов. Животные-камнеточцы сверлят породы как химическим, так и механическим путем. Они внедряются в субстрат на глубину до нескольких сантиметров (см. рис. 1, б, в). К древоточцам относятся некоторые двустворчатые моллюски из сем. *Pholadidae* (большинство фолад сверлят твердые породы), представители рода *ксилофага* и все *Teredinidae*, а также некоторые высшие ракообразные (*Limnoria*, *Chelura*, *Sphaeroma*). Наибольший вред деревянным гидротехническим сооружениям причиняют моллюски из сем. *Teredinidae*, так называемый корабельный червь.

Личинки этих моллюсков ведут пелагический образ жизни. Через несколько недель они оседают на деревянный субстрат и внедряются в него. Жизнь взрослых особей проходит в проточенных ими ходах, в толще древесины. Тело моллюсков имеет червеобразную форму. Раковина сохраняется у них лишь на переднем конце тела, створки ее покрыты зубчиками. Нога моллюска превратилась в присоску, которой он прикрепляется к дереву.

Наружу выставлены лишь длинные сифоны (см. рис. 1, г). Питание терединид происходит за счет сестона, а также мелких опилок, получаемых при сверлении. Для борьбы с терединидами наиболее эффективны химические методы — пропитывание древесины, используемой для гидростроительства и сооружения мелких судов, ядовитыми для моллюсков и нерастворимыми в воде соединениями, например креозотом.



Рис. 19. Представители различных биологических групп бентоса: а — личинка *Blerpharocera* sp. (вид сверху) (1 - присоски); б — *Petricola lithophaga*; в — нора *Petricola*; г — *Teredo navalis* внутри куска дерева: 1 - раковина, 2 - ротовое отверстие, 3 - сифоны; д — *Arenicola marina*: 1 — жабры, 2 - глотка, 3 — анальное отверстие; е — нора *Arenicola*; ж — морской еж *Echinarachnius* (вид сверху); з, и — *Planorbis corneus* (вид сверху и сбоку)

Рисунок 1 – Представители различных биологических групп бентоса

3. Закапывающиеся организмы.

Большинство животных погружаются в грунт в защитных целях. Они живут в ходах или трубках, обычно укрепляемых различными выделениями. Закапывающиеся формы многочисленны среди червей (см. рис. 1, д, е), личинок насекомых, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, ракообразных, морских ежей, голотурий и др. В строении закапывающихся животных имеется ряд изменений. Так, у морских ежей иглы превратились в органы копания. Раковина моллюсков, живущих в грунте, становится гонкой и гладкой, очень хорошо развита нога, а сифоны, служащие для сообщения с внешней средой, обычно очень длинные и нередко превышают длину самого животного.

4. Животные, обитающие на поверхности грунта.

Они отличаются сильно уплощенным, широким телом (см. рис. 1, ж). Некоторые из них имеют выросты, расположенные в одной плоскости. Одни представители этой группы плавают в придонных слоях воды и лишь временами используют субстрат для опоры (камбалы, скаты, бычки, ряд крабов, креветок, некоторые головоногие моллюски и др.); другие постоянно обитают на дне (многие двустворчатые и брюхоногие моллюски, некоторые морские ежи). Для защиты от врагов у организмов, обитающих на дне, выработались различные приспособления - сооружение убежищ в виде чехликов, трубок, раковин; образование на теле шипов, игл; маскировочная окраска под фон окружающей среды.

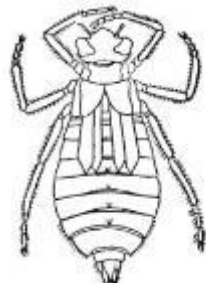
5. Организмы, свободно передвигающиеся по дну.

Органы движения водных животных разнообразны. Ракообразные передвигаются с помощью грудных конечностей, иглокожие пользуются амбулокральными ножками. У моллюсков органом движения является нога.

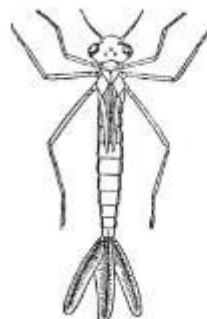
Ход работы

1. Привести краткую характеристику и рассмотреть представителей насекомых.
2. Привести краткую характеристику и рассмотреть представителей червей и моллюсков.
3. Контрольные вопросы.

1. Насекомые
Личинки стрекоз

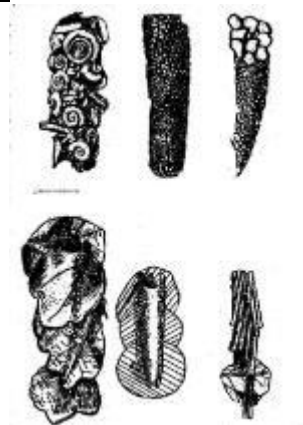


Libellula sp.

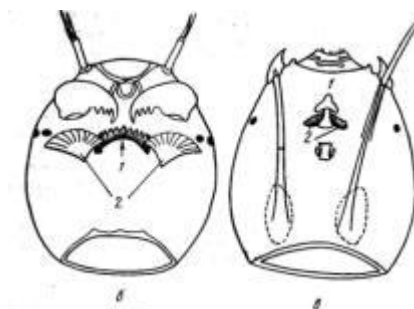
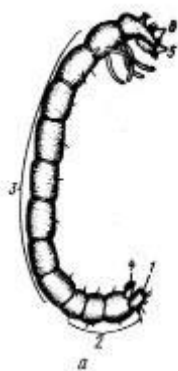


Agrion sp.

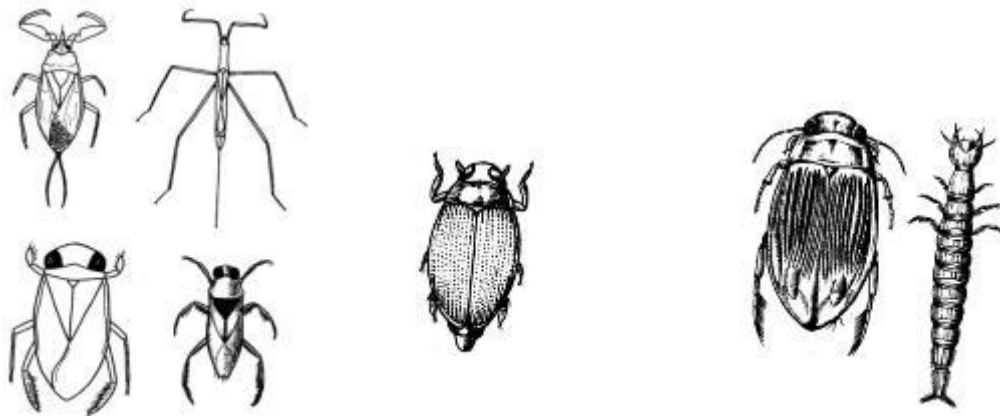
Личинки ручейников



Личинки хирономид



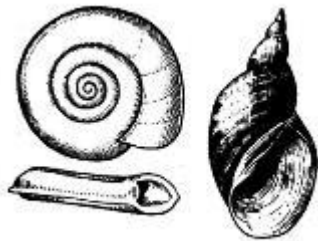
Клопы и жуки



Черви



Моллюски



Контрольные вопросы:

1. Назвать представителей бентоса пресноводных водоемов.
2. Значение личинок насекомых в жизни водоемов.
3. Дать характеристику личинкам ручейников.
4. Особенности строения личинок хирономид.
5. Назовите представителей червей пресноводных водоемов. Укажите их роль в экосистеме.
6. Назовите представителей моллюсков пресноводных водоемов. Укажите их роль в экосистеме.
7. Какую роль в водоёме играют клопы и жуки?

Лабораторная работа №8

Ознакомление с приспособлением водных организмов к неблагоприятным условиям среды

Цель работы: ознакомиться с приспособлением водных организмов к неблагоприятным условиям среды.

Материалы: учебник, методические пособия, тетрадь для лабораторных работ.

Задание: изучить строение водных организмов и их приспособления для обитания в неблагоприятных условиях.

Теоретическая часть

Во всем разнообразии приспособлений живых организмов к неблагоприятным условиям среды можно выделить три основных пути.

Активный путь - это усиление сопротивляемости, развитие регуляторных процессов, позволяющих осуществить все жизненные функции организмов, несмотря на отклонения фактора от оптимума (образование подкожного жира в холодный период).

Пассивный путь - подчинение жизненных функций организма изменению факторов среды. При недостатке тепла это приводит к угнетению жизнедеятельности и понижению уровня метаболизма, что способствует экономному использованию энергетических запасов. Компенсаторно повышается устойчивость клеток и тканей организма. Элементы пассивной адаптации присущи и типичным гомойотермным животным, обитающим в условиях крайне низких температур. Это выражается в некотором снижении уровня обмена, замедлении темпов роста и развития, что позволяет экономнее тратить ресурсы по сравнению с быстро развивающимися видами.

Такой способ адаптации используется гидробионтами в процессе осморегуляции, также пассивный путь характеризует путь адаптации гидробионтов к неблагоприятным условиям как впадение в спячку или образование цист и спор.

Избегание неблагоприятных воздействий - третий возможный путь приспособления к среде. Общий способ для всех групп организмов - выработка таких жизненных циклов, при которых наиболее уязвимые стадии развития завершаются в самые благоприятные по температурным и другим условиям периоды года. Для животных основным способом избегания пессимальных температур являются разнообразные формы поведения.

Например, некоторые виды рыб могут мигрировать в поисках лучших мест для кормления и нерестилища.

Избегание, уход от действия крайних температур или недостатка влаги свойствен организмам в той или иной мере и при активном, и при пассивном пути адаптации к среде.

Все три пути приспособления характерны и по отношению к другим экологическим факторам среды. Чаще всего приспособление вида к среде осуществляется тем или иным сочетанием всех трех возможных путей адаптации.

Особенности адаптации животных к водной среде

У животных, обитающих в водной среде, по сравнению с растениями адаптивные особенности более многообразны, к ним относятся такие, как анатомо-морфологические, поведенческие и др.

Животные, обитающие в толще воды, обладают в первую очередь приспособлениями, которые увеличивают их плавучесть и позволяют противостоять движению воды, течениям. Данные же организмы вырабатывают приспособления, которые препятствуют поднятию их в толщу воды или уменьшают плавучесть, что позволяет удержаться на дне, включая и быстро текущие воды.

У мелких форм, живущих в толще воды, отмечается редукция скелетных образований. Так, у простейших (*Radiolaria*, *Rhizopoda*) раковины обладают пористостью, кремневые иглы скелета внутри полые. Удельная плотность гребневиков, медуз уменьшается благодаря наличию воды в тканях. Скопление капелек жира в теле (ночесветки, радиолярии) способствует увеличению плавучести. Крупные скопления жира наблюдаются у некоторых ракообразных (*Cladocera*, *Copepoda*), рыб и китообразных.

Удельную плотность тела снижают и тем самым повышают плавучесть плавательные пузыри, наполненные газом, которые имеют многие рыбы. У сифонофор развиты мощные воздухоносные полости.

Большая группа животных, обитающих в пресной воде, при передвижении использует поверхностное натяжение воды (поверхностную пленку). По поверхности воды свободно бегают клопы водомерки (*Gyronidae*, *Veliidae*), жуки вертячки (*Gerridae*) и др. Членистоногое, касающееся воды окончанием своих придатков, покрытых водоотталкивающими волосками, вызывает деформацию ее поверхности с образованием вогнутого мениска. Когда подъемная сила, направленная вверх, больше массы животного, последнее и будет удерживаться на воде благодаря поверхностному натяжению. Т.о., жизнь на поверхности воды возможна для сравнительно мелких животных, так как масса растёт пропорционально кубу размера, а поверхностное натяжение увеличивается как линейная величина.

Активное плавание у животных осуществляется с помощью ресничек, жгутиков, изгибания тела, реактивным способом за счет энергии выбрасываемой струи воды. Наибольшего совершенства реактивный способ передвижения достиг у головоногих моллюсков. У крупных животных нередко имеются специализированные конечности (плавники, ласты), тело их обтекаемой формы и покрыто слизью, что позволяет им развивать достаточно большую скорость передвижения, преодолевая сопротивление воды. Только в водной среде встречаются животные, ведущие прикрепленный образ жизни - гидроиды (*Hydroidea*), коралловые полипы (*Anthozoa*), морские лилии (*Crinoidea*), двустворчатые и др. Для них характерны своеобразная форма тела, незначительная плавучесть (плотность тела больше плотности воды) и специальные приспособления для прикрепления к субстрату.

Водные животные большей частью пойкилотермны. У гомойотермных же, например, млекопитающих (китообразные, ластоногие) образуется значительный слой подкожного жира, который выполняет теплоизоляционную функцию.

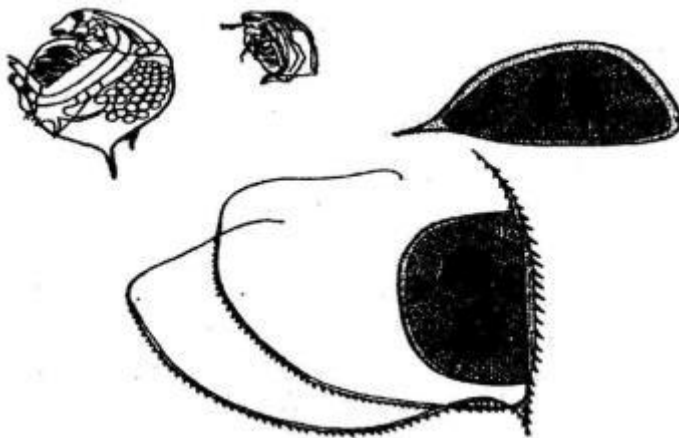
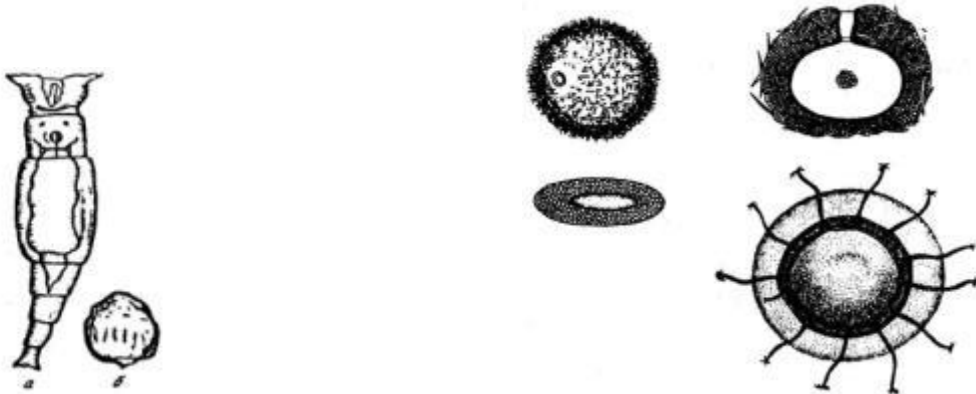
Смена условий в водной среде вызывает и определенные поведенческие реакции организмов. С изменением освещенности, температуры, солености, газового режима и других факторов связаны вертикальные (опускание вглубь, поднятие к поверхности) и горизонтальные (нерестовые, зимовальные и нагульные) миграции животных. В морях и океанах в вертикальных миграциях принимают участие миллионы тонн гидробионтов, а при горизонтальных миграциях водные животные могут преодолевать сотни и тысячи километров.

На Земле существует много временных, неглубоких водоемов, возникающих после разлива рек, сильных дождей, таяния снега и т. д. Общими особенностями обитателей пересыхающих водоемов является способность давать за короткие сроки многочисленное потомство и переносить длительные периоды без воды, переходя в состояние пониженной жизнедеятельности -- гипобиоза.

Свойства среды во многом определяют пути адаптации ее обитателей, их образ жизни и способы использования ресурсов, создавая цепи причинно-следственных зависимостей. Так, высокая плотность воды делает возможным существование планктона, а наличие парящих в воде организмов - предпосылка для развития фильтрационного типа питания, при котором возможен и сидячий образ жизни животных. В результате формируется мощный механизм самоочищения водоемов биосферного значения. В нем участвует огромное количество гидробионтов, как бентосных, так и пелагиальных, от одноклеточных простейших до позвоночных животных. По расчетам, вся вода в озерах умеренного пояса пропускается через фильтрационные аппараты животных от нескольких до десятков раз в течение вегетационного сезона, а весь объем Мирового океана профильтровывается в течение нескольких суток. Нарушение деятельности фильтраторов различными антропогенными воздействиями создает серьезную угрозу в поддержании чистоты вод.

Ход работы

1. Привести краткую характеристику неблагоприятных условий жизнедеятельности гидробионтов и приспособлений к выживанию у губок и мшанок.
2. Привести краткую характеристику образования латентных яиц у ракообразных.



Контрольные вопросы:

1. Перечислите приспособления гидробионтов к неблагоприятным условиям обитания.
2. Какие условия обитания можно отнести к неблагоприятным?
3. Описать строение внутренних почек у губок и мшанок.
4. В каких условиях появляются латентные яйца и что им необходимо для развития?
5. Как устроен эфиппиум у кладоцер?
6. Какие известны типы эфиппиумов у разных рачков?

Лабораторная работа №9

Изучение органов дыхания первично и вторичноводных животных

Цель работы: изучить строение и функции органов дыхания первично и вторичноводных животных.

Материалы: методические пособия, плакаты, лабораторная тетрадь.

Задание: рассмотреть органы дыхания гидробионтов

Теоретическая часть

Дыхание водных животных

Дыханием называется процесс поглощения кислорода (O_2) из среды и выделение углекислого газа (CO_2). Различают следующие виды водного дыхания:

- газообмен через всю поверхность тела – губки, мшанки, пиявки, круглые черви;
- жаберное (жабры – органы с выпяченной наружу дыхательной поверхностью и густой сетью кровеносных сосудов, кислород из воды поступает через тонкие покровы и стенки сосудов в кровь) – головастики лягушек, личинки тритонов, жаберные моллюски, раки (Рисунок 1);
- трахейное (трахеи – система воздушных трубочек, пронизывающих все ткани насекомых; кислород из воды проникает через тонкую кутикулу, далее в трахею и по ним доставляется ко всем тканям организма) – личинки стрекоз, поденок, ручейников, вислокрылок.

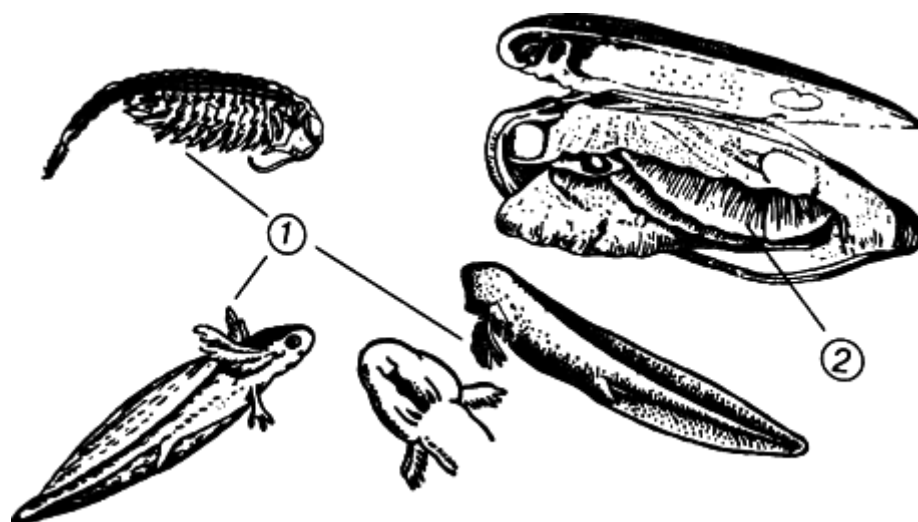


Рисунок 1 – Внутренние жабры (1) у перловицы и наружные жабры (2) у рака-бланши, головастика и личинки тритона.

Различные типы водного трахейного дыхания:

- 1) замкнутая, без дыхалец и дополнительных выпячиваний трахейная система – многие мелкие насекомые;
- 2) с наружными дополнительными жаберными листками – личинки поденок;
- 3) трахейные жабры в полости прямой кишки, газообмен происходит при наборе и выталкивании воды для реактивного движения – личинки стрекоз.

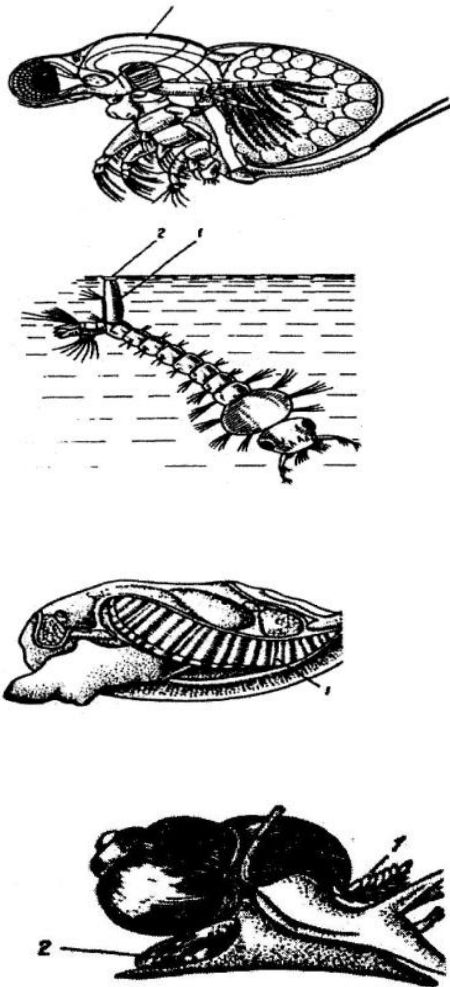
Воздушное дыхание:

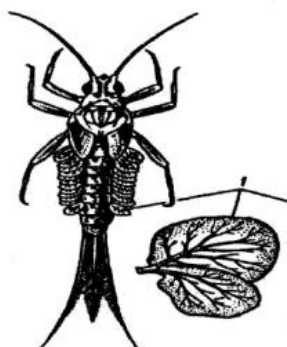
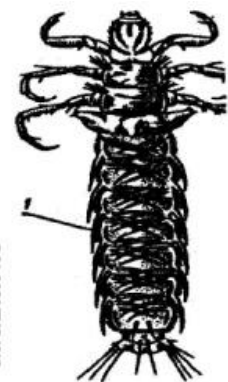
- легочное (легкие – полость, образованная углублением дыхательной поверхности, пронизанной капиллярами). У легочных моллюсков (прудовик, катушка) – в виде простого мешковидного углубления, у взрослых лягушек, тритонов – более сложной разветвленной структуры;
- трахейное – трахеи заполняются воздухом при прорыве поверхностной пленки воды дыхательной трубочкой на заднем конце тела (личинки комаров, водяной скорпион, личинка иловой мухи); у жуков-плавунцов дыхальца открываются в замкнутое пространство под крыльями, куда втягивается запас воздуха;

- диффузионная жабра – пузырек воздуха на брюшке, в который открыты дыхальца, по мере расхода кислорода в пузырек некоторое время дополнительно поступает кислород из воды за счет разницы давлений газов (гладыш);
- пластрон – часть поверхности тела, покрытая водоотталкивающими волосками, удерживающими воздух; волоски препятствуют контакту воздуха с водой, поэтому прослойка воздуха не уменьшается, и кислород из воды проникает в нее неограниченно долгое время (водяной клоп, водолюбы);
- внутренний запас кислорода – некоторые водные клопы имеют в брюшке крупные клетки с гемоглобином, в которых создается долгосрочный запас кислорода, расходуемого под водой.

Ход работы

1. Первичноводные и вторичноводные организмы, условия необходимые им для дыхания.
2. Способы дыхания гидробионтов.
3. Органы дыхания.





Контрольные вопросы:

1. Назвать способы дыхания водных организмов.
2. Какие организмы относятся к первичноводным, каков способ их дыхания.
3. Какой способ дыхания преобладает у вторичноводных. Привести примеры.
4. Перечислите органы дыхания гидробионтов.
5. Какие гидробионты дышат жабрами.
6. Охарактеризуйте трахейные жабры. У каких гидробионтов они являются органами дыхания.
7. У каких гидробионтов хорошо развито кожное дыхание?
8. Какие гидробионты имеют комбинированный способ дыхания и как оно осуществляется?

Лабораторная работа №10

Ознакомление с представителями водных организмов различных температурных областей Мирового океана

Цель работы: знакомство с особенностями населения различных температурных областей Мирового океана.

Материалы: географические карты, методические пособия.

Задание: используя карту температурных областей Мирового океана и рисунки из Практикума по гидробиологии Н.А. Березиной, зарисовать представителей водных организмов различных температурных областей Мирового океана

Теоретическая часть

В Мировом океане в зависимости от распределения температур в поверхностном 200-метровом слое различают пять температурных областей: тропическую, две области умеренного климата (бореальную - в Северном полушарии и нотальную - в Южном) и две приполярные области (арктическую и антарктическую).

Тропическая область расположена между 40° с.ш. и 40° ю.ш., ее границей является зимняя изотерма 15° С. Сезонные колебания температуры воды не превышают 3-4° С.

Бореальная область. Северная граница ее проходит под 60° с.ш. и соответствует зимней изотерме 0° С. Сезонные колебания температур достигают 8-12° С.

Нотальная область. Южная граница ее проходит между 50 и 60° ю.ш. Сезонные колебания температуры составляют 6-8° С.

Арктическая и антарктическая области. Температура воды в течение всего года близка к 0° С, а ее сезонные колебания не превышают 2-3° С.

Континентальные водоемы в зависимости от температурного режима и типа циркуляции водных масс делятся на три типа: тропические, умеренные, приполярные (сюда же относят и высокогорные).

Организмы, приспособленные к существованию в широком диапазоне температур (более 10-15° С), называются эвритермными. Например, устрицы - выдерживают изменения температуры от - до +20.

Морские организмы менее эвритермны, чем обитатели континентальных водоемов. Другую группу составляют stenothermные организмы, обитающие в узких границах колебаний температур. Эти организмы могут быть теплолюбивыми (коралловые полипы) и холодолюбивыми (обитатели приполярных областей).

Контрольные вопросы:

1. Сколько температурных областей выделяют в Мировом океане?
2. Какие организмы обитают в тропической области Мирового океана?
3. Какие организмы обитают в арктической и антарктической области?
4. Кто такие эвритермные организмы? Приведите пример.
5. Кто такие stenothermные организмы? Приведите примеры.

Лабораторная работа № 11

Методы оценки качества воды по биологическим показателям.

Определение сапробности водоёмов

Цель работы: ознакомиться с методами оценки воды по биологическим показателям

Оборудование и материалы: микроскоп, аквариумы, предметные и покровные стёкла, пинцет.

Задание:

1. Оценить сапробность обнаруженных организмов.
2. Произвести учёт организмов по частоте встречаемости.
3. Определить сапробность водоёма по методу Пантле и Бука.

Теоретическая часть

Сапробность (от греч. *sapros* — гнилой) – это комплекс физиологических свойств данного организма, обуславливающий его способность развиваться в воде с тем или иным содержанием органических веществ, с той или иной степенью загрязнения.

Зоны сапробности и их характеристики представлены в таблице 1

Таблица 1 – Зоны сапробности

Зона	Баланс кислорода и органического вещества	Преобладающие виды гидробионтов
Олигосапробная зона	<ul style="list-style-type: none">• Практически чистые водоёмы: цветения не бывает, содержание кислорода и углекислоты не колеблется.• На дне мало детрита, автотрофных организмов и бентосных животных (червей, моллюсков, личинок хирономид).	Встречаются водоросли <i>Melosira itallica</i> , <i>Draparnaldia glomerata</i> и <i>Draparnaldia plumosa</i> , коловратка <i>Notholka longispina</i> , ветвистоусые рачки <i>Daphnia longispina</i> и <i>Bythotrephes longimanus</i> , личинки поденок, веснянок, рыбы стерлядь, голянь, форель.
β -мезо-сапробная зона	<ul style="list-style-type: none">• Содержание кислорода и углекислоты колеблется в зависимости от времени суток: днем избыток кислорода, дефицит углекислоты; ночью – наоборот.• Нет нестойких органических веществ, произошла полная минерализация.• Ил желтый, идут окислительные процессы, много детрита.	<ul style="list-style-type: none">• Много организмов с автотрофным питанием, высокое биоразнообразие, но численность и биомасса невелика.• Наблюдается цветение воды, так как сильно развит фитопланктон. Сапрофитов - тысячи клеток в 1 мл, и резко увеличивается их количество в период отмирания растений.• Встречаются: диатомовые водоросли <i>Melosira varians</i>, <i>Diatoma</i>, <i>Navicula</i>; зеленые <i>Cosmarium</i>, <i>Botrytis</i>, <i>Spirogira crassa</i>, <i>Cladophora</i>; много протококковых водорослей. Впервые появляется роголистник <i>Ceratophyllum demersum</i>. Много корненожек, солнечников, червей, моллюсков, личинок хирономид, появляются мшанки. Встречаются ракообразные

		и рыбы.
α -мезо-сапробная зона	<ul style="list-style-type: none"> • Протекают окислительно – восстановительные процессы, начинается аэробный распад органических веществ, образуется аммиак, углекислота; • Кислорода мало, но сероводорода и метана нет. • БПК₅ составляет десятки миллиграмм в литре. • Железо находится в окисной и закисной формах. • Ил серого цвета и в нем содержатся организмы, приспособленные к недостатку кислорода и высокому содержанию углекислоты. 	<ul style="list-style-type: none"> • Преобладают растительные организмы с гетеротрофным и миксотрофным питанием. • Количество сапрофитных бактерий определяется десятками и сотнями тысяч в 1 мл. • Отдельные организмы развиваются в массе: бактериальные зооглеи, нитчатые бактерии, грибы, из водорослей – осциллятории, стигеоклонииум, хламидомонасы, эвглена. • Встречаются в массе сидячие инфузории (<i>Carchesium</i>), коловратки (<i>Brachionus</i>), много окрашенных и бесцветных жгутиковых. В илах много тубифицид (олигохеты) и личинок хирономид.
Полисапробная зона	<ul style="list-style-type: none"> • Дефицит кислорода: он поступает в поверхностный слой только за счет атмосферной аэрации и полностью расходуется на окисление. • В воде содержится значительное количество нестойких органических веществ и продуктов их анаэробного распада, в основном, белкового происхождения, а также сероводород и метан. • Процессы фотосинтеза угнетены. На дне кислорода нет, много детрита, идут восстановительные процессы, железо присутствует в форме FeS, ил черный с запахом H₂S. 	<ul style="list-style-type: none"> • Очень много сапрофитной микрофлоры. • Хорошо развиты гетеротрофные организмы: нитчатые бактерии (<i>Sphaerotilus</i>), серные бактерии (<i>Beggiatoa</i>, <i>Thiothrix</i>), бактериальные зооглеи (<i>Zoogloea ramigera</i>), простейшие - инфузории (<i>Paramecium putrinum</i>, <i>Vorticella putrina</i>), бесцветные жгутиковые, олигохеты <i>Tubifex tubifex</i>, водоросль <i>Polytoma uvella</i>.

Принцип метода сапробных индикаторов основан на взаимосвязи организмов со средой обитания. Понятие сапробности, с одной стороны, приближается к значению эвтрофикации, так как включает трофическую характеристику, а с другой стороны, сапробность близка к токсичности или загрязнённости, поскольку характеризует действие в среде отрицательных факторов (дефицит или отсутствие кислорода, продукты

разложения органики и т.д.). Таким образом, понятие сапробности приобретает значение характеристики качества воды.

В полевых условиях для оценки сапробности проводят предварительное обследование водоёма. Следует указать, что водоём реагирует на загрязнение целым комплексом взаимосвязей биотической и абиотической среды. Поэтому при биологическом исследовании изучают водоём в целом — воду, дно, берега, а не только организмы, населяющие водоёмы. Прежде чем приступить к обследованию, необходимо иметь сведения о гидрологическом режиме водоёма: расходах воды, характере водосборной площади, расположении, количестве и качестве выпусков сточных вод, наличии загрязнённых территорий вдоль берега водоёма. В момент осмотра водоёма в полевом журнале отмечают температуру воды, прозрачность (по белому диску Секке), наличие или отсутствие плёнок на поверхности, запах и особенности цвета воды, наличие водной растительности, загрязнение берегов, заиленность дна и характер ила, плёнки нефтепродуктов на дне и поверхности водоёма.

При окончательном обследовании водоёма производят отбор и обработку проб. Пробы отбирают ниже источника загрязнения, но возможности, на всем протяжении загрязнённости водоёма, а также для сравнения — в чистом пункте выше сброса. Для полной биологической диагностики водоёма должны быть учтены все сообщества: перифитон, бентос, планктон, плейстон, нектон, макрофиты. Но практически при единичном обследовании можно ограничиться рассмотрением наиболее типичных сообществ: например, в малых водостоках исследуют перифитон, в реках — планктон, бентос и перифитон, в прудах — заросли макрофитов и т.д.

Перифитон собирают скребком, переносят в лабораторию в термосе, чтобы сохранить пробу для микроскопирования в живом виде. Впоследствии фиксируют формальдегидом, доведя его концентрацию в пробе до 2-4%, и затем окончательно определяют виды.

Учитывают сапробность и частоту встречаемости организмов (Таблица 1).

Для количественного учёта просматривают 50 полей зрения не менее чем на трёх препаратах — стеклах обрастания.

Число организмов оценивают по шкале частот после пересчёта на 100 полей зрения соответственно категории крупности (табл. 2):

- 1-я категория — организмы размером до 50 мкм;
- 2-я категория — 50-200 мкм;
- 3-я категория — 200-1000 мкм.

Шкала для пересчёта организмов-сапробионтов в 100 полях зрения микроскопа на частоту встречаемости

Таблица 2 – Категории крупности

Частота встречаемости в баллах	Сапробионты
<i>1-я категория крупности</i>	
1	Не более 1 в каждом 2-м поле зрения
2	Не более 2 в поле зрения
3	Не более 10 в поле зрения

5	Не более 30 в поле зрения
7	Не более 60 в поле зрения
9	Более 60 в поле зрения
<i>2-я категория крупности</i>	
1	Не более 1 в каждом 20-м поле зрения
2	Не более 1 в каждом 5-м поле зрения
3	Не более 1 в поле зрения
5	Не более 3 в поле зрения
7	Не более 6 в поле зрения
9	Более 6 в поле зрения
<i>3-я категория крупности</i>	
1	1 в 100 полях зрения
2	1 в 60 полях зрения
3	Не более 1 в 10 полях зрения
5	Не более 1 в 4 в полях зрения
7	Не более 1 в 2 в полях зрения
9	Приблизительно 1 в поле зрения

Частоту встречаемости учитывают по общепринятой в биоиндикационных исследованиях девятибалльной шестиступенчатой шкале (табл. 3) со следующими обозначениями: 1 — очень редко, 2 — редко, 3 — нередко, 5 — часто, 7 — очень часто, 9 — масса.

Таблица 3 - Шкала оценки качества воды по системе сапробности.

Класс водоёма	качества	Характеристика Волы	Индекс сапробности по Пантле и Буку
1		Очень чистая	< 1,00
2		Чистая	1,00-1,50
3		Умеренно (слабо)	1.51-2,50

	загрязненная	
4	Загрязнённая	2,51-3,50
5	Грязная	3,51-4,00
6	Очень грязная	>4,00

Для единообразия количественного учёта и выражения данных в шкале сапробности можно результаты по подсчёту планктона и микробентоса выразить в значениях частоты встречаемости.

Наиболее распространён способ определения сапробности водоёма по методу Пантле и Бука. Данный метод позволяет сравнить состояние водоёма в разных пунктах, например по продольному профилю реки, и представить результаты в цифровом и графическом виде.

Зонам сапробности S придаётся цифровое значение от 0 до 4 в порядке возрастания загрязнения. Определяется частота встречаемости h организмов в сообществе.

Ход работы:

1. Рассмотреть под микроскопом препараты с объективом $\times 40$.
2. Используя ключ для определения главных групп водных беспозвоночных животных и определители водорослей, составить таблицу видового многообразия. Оценить сапробность обнаруженных организмов.
3. Произвести учёт организмов по частоте встречаемости.
4. Определить сапробность водоёма по методу Пантле и Бука. Определить класс качества воды.

Контрольные вопросы:

1. Что такое сапробность водоема?
2. На чем основан принцип метода сапробных индикаторов?
3. Охарактеризуйте олигосапробную зону?
4. Какие организмы характерны для полисапробной зоны?
5. Назовите наиболее распространенный способ определения сапробности.

Лабораторная работа №12

Ознакомление со способами добывания пищи гидробионтами

Цель работы: Ознакомиться со способами добывания пищи водными животными. Отметить многообразие способов среди эврифагов и стенофагов.

Материалы: методические пособия, лабораторная тетрадь.

Задание: познакомиться со способами добывания пищи, подписать рисунки.

Теоретическая часть

В водоемах существует несколько источников пищи, каждый из которых подразумевает один или несколько способов его добычи. Жизнь достаточно разнообразна, чтобы реализовать все более или менее разумные варианты, причем несколькими, конкурирующими в этой нише таксонами животных.

Микрофаги-фильтраторы. Питание микроскопическими взвешенными в воде частицами (бактериями, простейшими и водорослями – живыми или мертвыми) связано для животных с проблемой концентрирования и собирания этих частиц (очень мелких для большинства животных, даже беспозвоночных). Большая часть способов концентрирования фитопланктона себе в рот называется фильтрацией. Она практически всегда достигается пропусканием воды через сетчатые или клейкие органы тела с большой поверхностью (часто эти же поверхности являются дыхательными). Часто фильтрующие органы снабжены слизисто-речничными поверхностями, которые умеют транспортировать ко рту захваченные из воды частицы; либо эти органы (как разного рода щупальца) сами умеют подносить добычу ко рту.

Самый экономичный вариант – так называемая пассивная фильтрация, когда фильтрующие органы прямо омываются течением. Так фильтруют речные прикрепленные животные (личинки мошек Simuliidae и ручейников Hydropsychidae, Polycentropodidae), а в море – усконогие рачки (морские желуди и уточки), некоторые кораллы и морские лилии. В стоячих водах требуется активная фильтрация – нагнетание воды через себя (или плавание через воду). Так делают почти все двустворчатые моллюски, губки, ветвистоусые ракообразные.

Один из близких к фильтрации вариантов питания – седиментация, когда сидячий на дне организм питается оседающими из толщи воды частицами, и обычно сам подгребает к себе эти оседающие потоки, соответствующим образом направляя воду. В основном на дно оседают не живые водоросли, а мертвые тела (частицы) различной природы – то, из чего на дне образуется детрит.

Для истинных альгофагов (специализирующихся на питании именно одноклеточными водорослями) существует и вторая существенная проблема – разгрызание обычно твердых клеток водорослей. Для этого служит специальный твердый челюстной аппарат; реже – хрящящиеся в недрах пищеварительной системы песчинки. Так или иначе (кстати, не всегда понятно – как именно), но альгофаги справляются и с этой задачей. Кто не справляется, работает детритофагом.

Заметим, что жизненные формы фильтраторов очень различны – от мелких и подвижных планктонных рачков до малоподвижных двустворчатых моллюсков и прикрепленных радиально-симметричных кишечнополостных и иглокожих.

Альгофаги-соскребатели. Для питания водорослями, обрастающими плотные субстраты, требуется иной тип приспособлений. Прежде всего, это скребущий орган, способный отделить перифитон от камня и, по возможности, максимально измельчить его для последующего переваривания. Во-вторых, организм, сидящий на камне и методично скребущий его поверхность, должен сам быть хорошо защищен (со спины), в противном случае он станет добычей любого хищника. Наиболее известная группа, освоившая эту экологическую нишу как в морях, так и в пресных водах – брюхоногие моллюски, имеющие специальный скребущий аппарат (радулу и челюсти) и защитную спинную раковину. Кроме них, в морских сообществах соскребателями выступают низшие моллюски – хитоны, многие морские ежи и некоторые ракообразные, а в пресноводных –

многие ручейники и поденки. Поденки, в отличие от панцирных и малоподвижных моллюсков и ручейников, спасаются от врагов бегством в укрытие.

Фитофаги. Питание живыми макрофитами (цветковыми растениями и морскими макроводорослями) требует, с одной стороны, тех же грызуще-скребущих систем, что и питание перифитомом, но ставит и дополнительные условия. Макрофиты защищают клетки мощными целлюлозными оболочками; а переваривать целлюлозу для большинства животных довольно проблематично в силу отсутствия у большинства таксонов нужных ферментов. Поэтому питание живыми растениями – довольно сложная стратегия, доступная далеко не всем. Известны следующие основные пути решения этой проблемы. Брюхоногие моллюски (по крайней мере некоторые) все же вырабатывают ферменты для расщепления целлюлозы, и могут поедать живые макрофиты – в море, в пресных водах и на суше.

Более известный путь – содержание в собственном кишечнике бактерий, умеющих разлагать целлюлозу, и дальнейшее употребление в пищу этих бактерий. Лучше всего с этим справляются травоядные млекопитающие, имеющие большой объем кишечника, постоянно высокую температуру тела и возможность переваривать пищу подолгу (в силу, кстати, относительно замедленного метаболизма). Кроме того, симбионтами пользуются многие жуки-фитофаги, тараканы, термиты, а в море – некоторые морские ежи.

Возможно также механическое (например, с помощью челюстей) разгрызание отдельных целлюлозных клеток, с дальнейшим употреблением только их содержимого. Проблема в том, что клетки мелкие, и разжевать их все проблематично. Неразгрызенные клетки и вся целлюлоза (обычно 60-80% пищи) выбрасывается с фекалиями. Этот неэкономичный путь, в условиях изобилия самой растительной биомассы, применяется гусеницами, кузнечиками, листоедами и отчасти брюхоногими моллюсками.

Прокалывание тканей растений и высасывание хоботком межклеточного содержимого. Применяется главным образом тлями; среди водных животных, кажется, не известно. Однако, некоторые нематоды сами живут в межклеточных щелях растений, таким образом паразитируя в них.

Разгрызатели. Грубый детрит отличается тем, что в рот его не положишь, и для поедания его требуется грызть на мелкие фрагменты. Так что в целом детритофаги-разгрызатели имеют примерно те же проблемы и приспособления, что и фитофаги. Однако, им помогают микроорганизмы, населяющие все детритные частицы и постепенно размягчающие их. И снова не очень понятно – из чего в основном черпает питание, например, грызущий опавшие листья водяной ослик – из самих растительных тканей или из населяющих их грибов и бактерий.

Детритофаги-собиратели. Как правило, существенная часть органической пищи, так и не съеденной, оседает на дно водоемов, отчасти перемешивается с минеральными частицами и образует детрит, постепенно разлагаемый бактериями и грибами. Детрит может быть грубый (кусочки древесного происхождения – палочки, кусочки коры, шишки и особенно опавшие листья) и мелкий, вплоть до пылевидного ила (с которым не имеет четкой границы, хотя ил считается минеральным субстратом, а детрит – органическим). Так или иначе, детрит включает много разных частиц, очень варьирующих по питательной ценности. Поэтому детритофаги должны либо пропускать через себя большие детритные массы (большую часть которых переварить не могут и выбрасывают обратно), либо каким-то образом тщательно сортировать детритные частицы. Часто (у многих морских полихет, голотурий) для сортировки используются слизистые щупальца, на которые налипают главным образом наиболее мелкие и легкие органические частицы (которые затем и поедаются). Считается, что в большинстве случаев наибольшую питательную ценность в составе детрита имеют разлагающие его микроорганизмы, а не сами растительные фрагменты.

Хищники. Охота на других животных – особое искусство, довольно разнообразное, но всегда требующее специальных приспособлений. Различают три типа охоты:

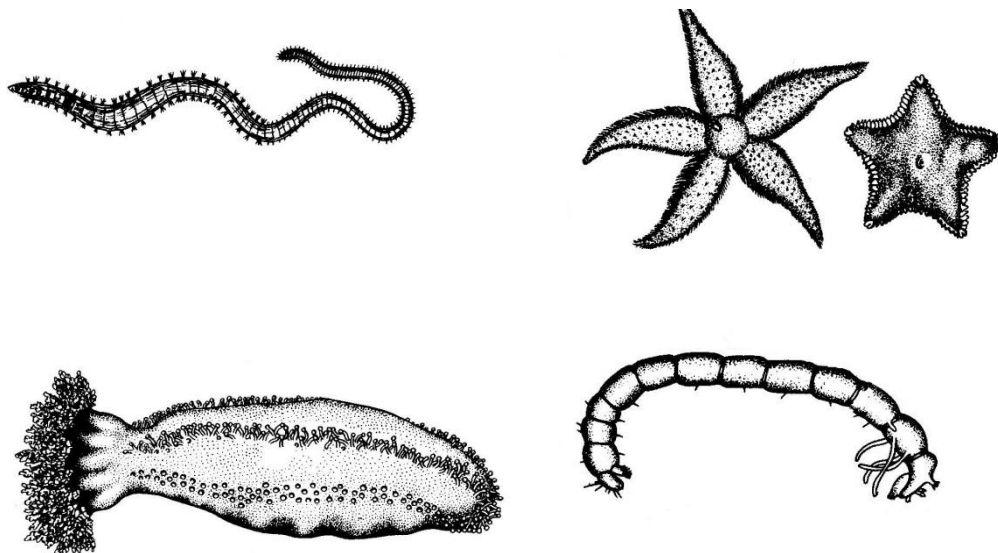
преследование (когда высокоподвижный хищник догоняет и хватает также высокоподвижную добычу); **поиск** (когда подвижный хищник охотится на малоподвижную добычу) и **засада** (когда малоподвижный хищник подстерегает более подвижную жертву). Таким образом, преследователь должен быть оснащен, в первую очередь, мощным двигателем и эффективными хватающими органами (щупальцами, челюстями и т.п. – как кальмары, акулы и многие другие пелагические рыбы). Поисквик обычно сталкивается с панцирной и маскирующейся добычей; ему нужны специальные устройства для обнаружения и вскрытия обороны жертвы (сверления и разгрызания раковины, расковыривания убежищ и просто разрывания грунта). Наконец, засадчик должен маскироваться сам, а также иметь, подобно преследователю, эффективный аппарат захвата. Самые талантливые засадчики (как глубоководные удильщики) сами умеют приманивать жертву. С пищеварением хищники проблем не испытывают – мясную пищу усваивать легко и удобно.

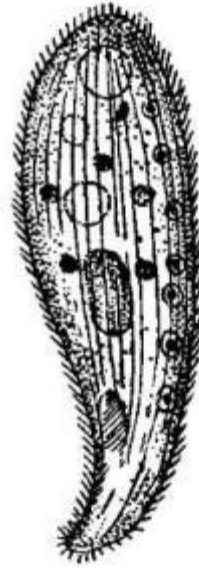
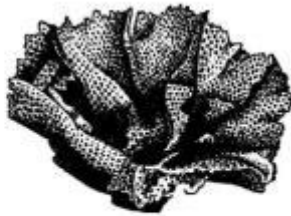
Паразиты. Отличаются от хищников тем, что обычно мельче своих жертв и не доедают их до конца, а используют постепенно, в течение большей части собственной жизни. Приспособления паразитов обычно сводятся к механизму попадания на хозяина (часто в виде микроскопических яиц или личинок) и прикрепления к нему. Чаще всего системы ловли хозяина паразитом несовершенны (то есть большая часть особей не находит хозяина) и компенсируются огромной плодовитостью. Впрочем, между хищничеством и паразитизмом есть много промежуточных вариантов, и четкую грань провести довольно трудно.

Ход работы

Способы добывания пищи: глотающие, собирающие, осаждалыщники (седиментаторы), фильтраторы, хищники, пасущиеся

Рассмотреть и зарисовать разные способы добывания пищи.





Контрольные вопросы:

1. На какие группы делят гидробионтов по составу добываемой пищи?
2. Как делятся водные животные в зависимости от способа добывания пищи?
3. Дайте характеристику организмов-седиментаторов.
4. Как добывают пищу активные фильтраторы?
5. Приведите примеры добывания пищи пассивной фильтрацией.
6. Приведите примеры организмов: хищников, пасущихся, глотальщиков.

Лабораторная работа №13

Составление пищевых цепей и экологических пирамид водоёмов

Цель работы: научиться составлять пищевые цепи с различным рационом питания, составлять экологические пирамиды.

Материалы: методические пособия, лабораторная тетрадь.

Задание:

1. Составить пищевые цепи для всех видов рыб.
2. Начертить и заполнить экологическую пирамиду озера.

Теоретическая часть

Пищевая (трофическая) цепь - это последовательность организмов, в которой каждый из них поедает или разлагает другой. Она представляет собой путь движущегося через живые организмы однонаправленного потока поглощенной при фотосинтезе малой части высокоэффективной солнечной энергии, поступившей на Землю. В конечном итоге эта цепь возвращается в окружающую природную среду в виде низкоэффективной тепловой энергии. По ней также движутся питательные вещества от продуцентов к консументам и далее к редуцентам, а затем обратно к продуцентам.

Пищевая цепь - система передачи вещества и энергии от организма к организму, в которой каждый предыдущий организм истребляется последующим.

Каждое звено пищевой цепи называют трофическим уровнем. Первый трофический уровень занимают автотрофы, иначе именуемые первичными продуцентами, организмы второго трофического уровня называют первичными консументами (гетеротрофами, то есть «питающиеся другими»), третьего - вторичными консументами и т. д. Обычно бывают четыре или пять трофических уровней и редко более шести.

Различают: пастбищные пищевые цепи, детритные пищевые цепи, паразитические пищевые цепи

Пастбищные пищевые цепи (цепи выедания) - пищевые цепи, которые начинаются с автотрофных фотосинтезирующих или хемосинтезирующих организмов. Пастбищные пищевые цепи распространены преимущественно в сухопутных и морских экосистемах.

Примером может служить пастбищная пищевая цепь луга. Начинается такая цепь с улавливания солнечной энергии растением. Бабочка, питающаяся нектаром цветка, представляет собой второе звено в этой цепи. Стрекоза - хищное летающее насекомое - нападает на бабочку. Спрятавшаяся среди зеленой травы лягушка ловит стрекозу, но сама служит добычей для такого хищника, как уж. Целый день уж мог бы переваривать лягушку, но еще не успело зайти солнце, как сам стал добычей другого хищника.

Пищевая цепь, идущая от растения через - бабочку, - стрекозу, - лягушку, - ужа - к ястребу,

сосна → тля → божья коровка → паук → насекомоядная птица → хищная птица.

Растение – кузнечик – лягушка – уж - ястреб

В океанах и морях автотрофные организмы (одноклеточные водоросли) существуют только до глубины проникновения света (максимум до 150-200 м). Гетеротрофные организмы, обитающие в более глубоких слоях воды, ночью поднимаются к поверхности, чтобы питаться водорослями, а утром вновь уходят на глубину, совершая суточные вертикальные миграции протяженностью до 500-1000 м. В свою очередь, с наступлением утра гетеротрофные организмы из еще более глубоких слоев поднимаются вверх, чтобы питаться за счет опускающихся из поверхностных слоев других организмов.

Пример пищевой цепи пресного водоёма: фитопланктон - веслоногие ракообразные - плотва - щука

Таким образом, в глубоких морях и океанах существует своеобразная "пищевая лестница", благодаря которой органическое вещество, созданное автотрофными организмами в поверхностных слоях воды, переносится по цепочке живых организмов до самого дна. В этой связи некоторые морские экологи считают всю водную толщу единым

биогеоценозом. Другие полагают, что условия среды в поверхностных и придонных слоях воды настолько различны, что их нельзя рассматривать как единый биогеоценоз.

Детритные пищевые цепи (цепи разложения) - пищевые цепи, которые начинаются с детрита - отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных. Детритные цепи наиболее характерны для сообществ континентальных водоемов, дна глубоких озер, океанов, где многие организмы питаются детритом, образованным отмершими организмами верхних освещенных слоев водоема или попавшим в водоем из наземных экосистем, например, в виде листового опада.

Например: опад клёна → дождевой червь → почвенные грибы → бактерии.

мертвые ткани растений - грибы - многоножки кивсяки - их экскременты - грибы - ногохвостики - хищные клещи - хищные многоножки - бактерии.

Листовой опад → Дождевой червь (*Lumbricus* spp.) → Черный дрозд (*Turdus*) → Ястреб-перепелятник (*Accipiter nisus*)

Труп животного → Падальная муха и ее личинки (*Calliphora vomitoria*) → Травяная лягушка (*Rana temporaria*) → Уж (*Natrix natrix*)

Детрит → дождевой червь → крот → лиса

Экосистемы дна морей и океанов, куда не проникает солнечный свет, существуют только за счет постоянного оседания туда отмерших организмов, обитающих в поверхностных слоях воды. Общая масса этого вещества в Мировом океане за год достигает не менее нескольких сотен миллионов тонн.

Гетеротрофные организмы, питающиеся непосредственно детритом, называются детритофагами. В наземных экосистемах ими являются многие виды насекомых, червей и др. Крупные детритофаги, к которым относятся некоторые виды птиц (грифы, вороны и т. д.) и млекопитающих (гиены и пр.) называют падальщиками.

В водных экосистемах наиболее распространенными детритофагами являются членистоногие - водные насекомые и их личинки, и ракообразные. Детритофагами могут питаться другие, более крупные гетеротрофные организмы, которые могут сами служить пищей для хищников.

Паразитические пищевые цепи - пищевые цепи, которые начинаются свободноживущим организмом, на котором паразитируют паразиты первого порядка, на них, в свою очередь, паразиты второго порядка и т. д.

Аскариды, паразитирующие на пойкилотермных организмах, являются паразитами первого порядка, паразитирующие в клетках аскарид одноклеточные эукариоты - паразитами второго порядка, обитающие в них бактерии - паразитами третьего порядка, паразитирующие в бактериях вирусы (бактериофаги) - паразиты четвертого порядка и т. д. Аскарида - одноклеточные эукариоты - бактерии - бактериофаги

Обычно для каждого звена цепи можно указать не одно, а несколько других звеньев, связанных с ним отношением «пища — потребитель». Так, траву едят не только коровы, но и другие животные, а коровы являются пищей не только для человека. Установление таких связей превращает пищевую цепь в более сложную... — трофическую сеть.

Экологические пирамиды.

Для наглядности представления взаимоотношений между организмами различных видов в биоценозе принято использовать экологические пирамиды: пирамиды численности, биомассы и энергии с одного трофического уровня на другой, более высокий уровень переходит, в среднем, около 10 % энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. Остальная часть энергии теряется в виде теплового излучения, на движение и т. д. Организмы в результате процессов обмена теряют в каждом звене пищевой цепи около 90% всей энергии, которая расходуется на поддержание их жизнедеятельности.

Пирамиды чисел - на каждом уровне откладывается численность отдельных организмов пирамиды биомасс - характеризует общую сухую или сырую массу организмов на данном трофическом уровне, например, в единицах массы на единицу площади - г/м², кг/га, т/км²

или на объем - г/м³. пирамиды энергии - показывает величину потока энергии или продуктивности на последовательных уровнях



Если заяц съел 10 кг растительной массы, то его собственная масса может увеличиться на 1 кг. Лисица или волк, поедая 1 кг зайчатины, увеличивают свою массу уже только на 100 г. У древесных растений эта доля много ниже из-за того, что древесина плохо усваивается организмами. Для трав и морских водорослей эта величина значительно больше, поскольку у них отсутствуют трудноусвояемые ткани. Однако общая закономерность процесса передачи энергии остается: через верхние трофические уровни ее проходит значительно меньше, чем через нижние.

Ход работы

Составить пищевые цепи из представленного ниже списка.

Построить экологическую пирамиду

Фитопланктон озера:

- зелёные водоросли
- сине-зелёные водоросли

Зоопланктон озера:

Мирный:

коловратки, дафнии, моины, босмины, диаптомусы

Хищный:

аспланхна, циклопы

Зообентос:

личинки хирономид, личинки стрекоз, жуков, олигохеты, моллюски

Фитобентос:

камыш, рогоз, ряска, осока

Рыбы:

Фитопланктофаги:

- белый толстолобик;

Макрофитофаги:

- белый амур;

Зоопланктофаги:

- плотва;
- пёстрый толстолобик;

Зообентофаги:

- сазан;
- черный амур (моллюскоед);
- лещ;

Хищники:

- щука;
- судак.

Контрольные вопросы

1. Что такое цепь питания и что лежит в ее основе?
2. В чем сущность правила экологической пирамиды?
3. Чем определяется устойчивость биоценозов?

Лабораторная работа № 14

Качественная и количественная обработка зоопланктона

Цель работы: качественная и количественная обработка проб зоопланктона.

Материал. Кусочки мельничного, капронового или нейлонового сита размером 1,5- 2 м 2, бязь 1м., микроскоп, препаровальные или ручные лупы, пинцеты, штемпельпипетки Самышева, препаровальные иглы, чашки Петри, предметные и покровные стекла, камера Богорова, сеть Апштейна.

Задание.

1. Пользуясь рисунком, сделать выкройку качественной сети Апштейна. С помощью бинокля или препаровальной лупы определить номер мельничного, капронового или нейлонового сита.
2. Познакомиться по рисункам и моделям с различными орудиями сбора планктона – их устройством и принципами работы.
3. Определить таксоны зоопланктона, пользуясь определительными таблицами.
4. Заполнить карточку на пробу зоопланктона.
5. Подсчитать численность и биомассу организмов.

Теоретическая часть

Анализ естественной кормовой базы водоемов проводится с целью прогнозирования их продуктивности. Для правильного учета пищевой базы рыбохозяйственных водоемов (озер, прудов, рек) не реже одного раз в месяц берут пробы.

Затем в условиях лаборатории проводят анализ численности и определяют биомассу гидробионтов. Универсального метода сбора планктона, пригодного для всех групп организмов и для всех типов водоемов, не существует. Отбор проб проводится либо отделением планктона от воды с помощью планктонных сетей, тралов или планктоночерпателей, либо зачерпыванием или насасываем воды с отделением планктона после подъема приборами на поверхность путем фильтрации через фильтры или центрифугированием.

В прудовых хозяйствах чаще пользуются планктонной сетью Апштейна. Она изготавливается из мельничного или капронового сита различной плотности. Мельничное сито имеет плотность, обозначаемую номерами от 7 до 77, каждый из которых соответствует числу ячеек в 10 мм ткани. Самое редкое сито № 7 имеет размеры ячеек 1,364 мм, а самое плотное №77 – 0,064 мм. Толщина капрона и нейлона меньше, чем у мельничного сита, и поэтому нумерация их разная. Например, №38 мельничного сита соответствует №49 нейлонового, №64 - №74.

Планктонные сети Липина и Апштейна изготавливаются из куска капрона в форме усеченного конуса. К широкому концу конуса пришивают надставку из плотной материи. Этот край пришивается к прочному латунному кольцу. К узкому концу прикрепляют латунный стаканчик различной конструкции высотой 6-7 см, диаметром 4 см, в нем концентрируется отфильтрованный из воды планктон. Материал для сетевого конуса раскраивают по выкройке с помощью различных приемов. А. Липин рекомендует для небольшой модели качественной сети (диаметром 25 см) взять 0,5 м ткани, отрезать от нее квадрат со стороной 50 см. На нем карандашом проводят диагональ (рис. 1). Из концов ее радиусом, равным стороне квадрата, проводят большие дуги АВ от двух других углов до пересечения с диагональю и малые дуги радиусом 10 см. Затем квадрат разрезают по диагонали, а каждый из получившихся треугольников — по дуге.

Прежде чем сшивать треугольники (половинки конуса), по той же выкройке вырезают их из плотной ткани (бязь, холст и др.). Дуговые полоски а и б и нашивают на половинки конуса (см. рис. 1) шириной соответственно 5 (а) и 2 (б) см. Обрезав вершины обеих половинок конуса по самой короткой дуге, сшивают их в целый конус, основанием которого обшивают металлическое кольцо, которое может иметь различный диаметр. К нему на равном расстоянии друг от друга прикрепляют три прочные бечевки, свободные

концы которых связывают вместе над входным отверстием сетки или привязывают к небольшому кольцу, к которому присоединяется трос для спуска сети. Вершину конуса прикрепляют к планктонному стаканчику длиной 6—7 см, диаметром 4 см.

Рисунок 1- Выкройка для планктонной сети Липина и приспособления для отбора проб зоопланктона



Рис. 16. Приспособления для отбора проб зоопланктона (по Березиной Н.А., 1989).
Качественные планктонные сети:
а - сеть Апштейна; б - сеть Липина в закрытом и открытом виде; в — цилиндрическая сеть "Цепелин"

Для качественных сборов пресноводного планктона употребляют разные модели сетей (рис. 1), причем чаще всего сеть Апштейна длиной 55—100 см и диаметром 25—40 см. В водоемах глубиной до 1,5 м используют сеть Липина с металлическим воронкообразным дном (см. рис. 2, б). Ею можно ловить на расстоянии. Размеры этой сети: диаметр кольца входного отверстия 14 см, второго кольца - 40 см, длина надставки 20 см, фильтрующей части — 90-100 см.

Замыкающаяся сеть Джели имеет высокий надставной усеченный конус, и поэтому второе кольцо находится примерно посередине длины сетки. Сеть закрывается путем опрокидывания надставки. Она сбрасывается с троса с помощью замыкающего механизма. По тросу посылается специальный посыльный груз, который ударяет по замыкателю, передний конус сети перегибается и закрывает входное отверстие. Сеть Джели, отличающуюся хорошей уловистостью, широко используют как на пресных, так и на морских водоемах. Скорость подъема сети должна быть не менее 0,25 и не более 0,5 м/с.

Конус из материала раскраивают по выкройке рис. 1. К большому кольцу пришивают три плотные бечевки для удержания планктонной сети. При отборе качественных проб количество воды, прошедшее через сито, не учитывается. Ловы проводят в различных местах водоема, что дает представление о видовом составе его населения. При количественном сборе в разных точках водоема через планктонную сеть проливают 30, 50 или 100 л воды.

Консервирование проб. Наиболее распространен способ консервирования проб фито- и зоопланктона с помощью 40%-го формалина, который добавляют в пробу из расчета 1:9, чтобы его концентрация составляла 4%. Причем в ёмкость для хранения добавляют в начале 40%-й формалин, а затем сливают пробу. Если приливать формалин в пробу, то створки рачков открываются, и определение их до вида под микроскопом затруднено. Слянки должны быть заполнены фиксирующей жидкостью до крышки, чтобы не происходило взбалтывание, разрушающее хрупкие тела ракообразных и других организмов. Каждую пробу снабжают этикеткой с указанием номера пробы, номера

станции, даты, названия водоема, глубины сбора, орудия лова. Наиболее удобен для этикеток пергамент, а при его отсутствии – калька.

Этикетки помещают внутри склянок под крышку между резиновой прокладкой и металлической крышкой.

Для хранения проб планктона чаще используют плевашки с нанесенной градуировкой.

Количественная обработка планктона счетным методом Гензена устанавливает количество отдельных организмов в пробе и позволяет по таблицам установить их массу. Он очень трудоемок, но большим его достоинством является возможность подсчитывать организмы по видам, возрастным стадиям, отдельно растительные и животные организмы. Точность метода около 5 %.

При счетном методе подсчитываются по отдельным видам или все организмы в пробе (когда их немного), или чаще организмы в определенной части пробы с последующим пересчетом на всю пробу. Если проба содержит много планктона, ее разводят до определенного объема. Если планктона немного, пробу концентрируют. Затем из установленного таким образом объема берут для подсчета последовательно 3—4 порции, из полученных данных выводят среднее и по нему определяют количество организмов.

Редкие или крупные (макропланктон) организмы просчитывают во всей пробе. Взятие части пробы производится различными приборами — разделителями и пипетками. Существует довольно много конструкций разделителей. В простейшем случае можно использовать небольшой кристаллизатор или чашку Петри (диаметр 10 см).

На дне такого сосуда с обратной стороны восковым карандашом или тушью рисуют крест, делящий дно на 4 сектора.

Пробу выливают в кристаллизатор, хорошо размешивают и отстаивают. Затем осажденный планктон ланцетом или иглой делят на 4 части по линиям, нанесенным на дно сосуда. Осторожно отсасывают планктон из одного сектора и подсчитывают. Пипетки для взятия части пробы имеют различное устройство (рис. 18, а). Из пробы планктона, доведенной разбавлением или сгущением до определенного объема и размешанной в круглом сосуде (колбе), берут последовательно с помощью пипеток 3—5 порций для подсчета. Объемы пипеток различны.

Для взятия проб микро- и мезопланктона используют пипетки на 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мл, проб макропланктона — пипетки на 20—50 мл. Можно использовать обычную градуированную пипетку, отрезав у нее оттянутый конец так, чтобы входное отверстие пипетки было достаточно широким. С помощью такой пипетки всасывается нужный объем. Подсчет организмов во взятой порции осуществляют или на счетной пластинке, или в счетной камере. Счетная пластинка должна быть достаточного размера, чтобы на ней поместилась взятая пипеткой порция. Счетные пластинки разграфляют параллельными линиями на 0,2; 1,25 и 2,5 мм. Для подсчета крупных организмов пользуются редко разграфленными пластинками, а для подсчета мезо- и микропланктона — часто разграфленными.

Счетные камеры применяют для подсчета организмов разных размерных групп. Так, подсчет мезо- и макропланктона осуществляется в камере Богорова. Учет организмов проводят в части хорошо размешанной пробы. Части пробы объемом 1 см³ отбирают штемпельпипеткой Самышева и помещают в камеру Богорова. Камера Богорова представляет собой пластинку из толстого оргстекла размером 6×10 см с сообщающимися желобками-канавками, разделенными призматическими перегородками. Дно каждой канавки по ширине соответствует полю зрения оптического прибора, с помощью которого ведется просмотр. В этой камере проводят просчет всех организмов по видам. Биомассу планктонных организмов определяют по таблице стандартных весов планктонных организмов.

Ход работы

Последовательность операций при выполнении работы методом Гензена.

1. Доводят пробу до определенного, удобного для последующих подсчетов объема. При большом осадке пробу разбавляют, доводя ее объем до 50, 100, 200 мм. Пробы с бедным планктоном концентрируют до 20-30 мл, отсасывая часть жидкости пипеткой с концом, затянутым ситом.
2. Перед взятием порции планктона пробу тщательно взбалтывают и берут определенный объем. Затем его помещают в камеру Богорова. Под биноклем последовательно просчитывают 2-4 порции. Данные просмотра записывают в карточку. _____

Карточка обработки зоопланктона

Организмы	1 порция	2 порция	3 порция	Среднее	В пробе объемом 100 л	Число в 1 м ³
Rotatoria						
<i>Keratella quadrata</i>	32	28	36	32	3200	320000
Cladocera						
<i>Daphnia longispina</i>	12	11	13	12	1200	
Copepoda						
<i>Cyclops strenuous</i>	15	18	17	16,6	1660	

Количество организмов в 1 м³ подсчитывают по формуле:

$$\frac{X \cdot Y \cdot 1000}{Z \cdot n}$$

где X – среднее количество организмов в 1 мл; Y - объем просмотренной пробы; 1000 – пересчетный коэффициент; Z - количество просчитанных миллилитров; n - количество литров профильтрованной воды.

Для расчета биомассы организмов зоопланктона пользуются таблицами средних масс организмов, установленных Ф. Д. Мордухай-Болтовским и другими авторами.

Биомассу организмов в отсутствие таблиц стандартных масс возможно определить по соотношению между его массой и длиной тела особи по уравнению Гаевской:

$$\frac{X \cdot Y \cdot 1000}{Z \cdot n}$$

где X – среднее количество организмов в 1 мл;
 Y - объем просмотренной пробы;
 1000 – пересчетный коэффициент;
 Z - количество просчитанных миллилитров;
 n - количество литров профильтрованной воды.

Для этого под микроскопом проводят измерение длины тела зоопланктеров с помощью окуляр-микрометра. Цену деления окуляр-микрометра определяют предварительно для данного увеличения, пользуясь микрометром или металлической линейкой. Окуляр-микрометр помещают в окуляр микроскопа и учитывают, сколько делений окуляр-микрометра входит в одно деление микрометра или одно деление линейки. Затем среднюю длину промеренных зоопланктеров (взятую по окуляр-микрометру) умножают на цену деления, учтенную по микрометру. Для определения массы тела зоопланктеров измеряют не менее 50 особей каждого вида зоопланктеров.

Средние массы организмов зоопланктона

Вид	Масса, мг
Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)	
<i>Daphnia longispina</i> , Muller	0,06
<i>Daphnia pulex</i> , De Geer.	0,2
<i>Daphnia magna</i> , Straus.	1,54
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> , Sars.	0,019-0,026
<i>Moina rectirostris</i> , Leydig	0,113
<i>Bosmina longirostris</i> , Muller	0,0078
<i>Chydorus sphaericus</i> , Muller	0,0125
<i>Leptodora kindtii</i> , Focke	0,3
Молодь ветвистоусых	0,001
Веслоногие ракообразные (Copepoda)	
<i>Cyclops</i> sp.	0,008-0,129
<i>Diaptomus</i> sp.	0,007-0,110
Nauplii	0,0008
Copepoditi	0,004
Коловратки (Rotatoria)	
<i>Asplanchna priodonta</i> , Gosse	0,005-0,02
<i>Filinia</i> sp.	0,0002-0,00058
<i>Polyarthra trigla</i> , Ehrbg.	0,00025-0,00095
<i>Brachionus angularis</i> , Gosse	0,00031-0,00044
<i>B. bakeri</i> , Muller	0,00007
<i>B. calyciflorus</i> , Pall.	0,004-0,0065
<i>Keratella cochlearis</i> , Gosse	0,0002-0,00033
<i>K. quadrata</i> , Muller	0,00034-0,00081
<i>Notholca</i> sp.	0,0025
Мелкие коловратки	0,0004
Прочие организмы	
Ostracoda	0,018
Larvae Chironomidae	0,03
Oligochaeta	0,025

Для определения индивидуальной длины тела можно воспользоваться формулой

$$l = n * m,$$

где l – длина тела зоопланктера, мм; n – длина тела зоопланктера, измеренная в делениях окуляр-микрометра; m – цена деления окуляр-микрометра, измеренная по микрометру или металлической линейке.

Контрольные вопросы

1. Опишите объемный метод определения массы планктона и употребляемые для этой цели приборы.
2. Каковы весовые методы определения массы планктона, их достоинства и недостатки?
3. Дайте характеристику счетного метода определения количества планктона, укажите его достоинства и недостатки.
4. Назовите приборы, употребляемые при счетной обработке планктона различных размерных групп.
5. Каковы способы определения биомассы представителей зоопланктона?

Лабораторная работа №15

Ознакомление с планктоном и бентосом южных морей РФ

Цель работы: узнать планктонных и бентосных представителей Черного, Азовского и Каспийского моря.

Материалы: методические пособия, карты южных морей, фиксированные препараты, раковины моллюсков, лабораторная тетрадь.

Задание: обозначить на рисунке представителей южных морей.

Теоретическая часть

Черное море

Растительный мир моря включает в себя 270 видов многоклеточных зелёных, бурых, красных донных водорослей (цистоцира, филофора, зостера, кладофора, ульва, энтероморфа и др.). В составе фитопланктона Чёрного моря — не менее шестисот видов. Среди них жгутиконосцы, в том числе динофлагелляты или перидиниевые водоросли, различные диатомовые водоросли, кокколитофорида и др.

Фауна Чёрного моря заметно беднее, чем Средиземного, в частности, здесь нет морских звёзд, морских ежей, морских лилий, осьминогов, каракатиц, кальмаров, кораллов. В Чёрном море обитает 2500 видов животных (из них 500 видов одноклеточных, 160 видов позвоночных — рыб и млекопитающих, 500 видов ракообразных, 200 видов моллюсков, остальное — беспозвоночные разных видов), для сравнения, в Средиземном — около 9000 видов. Среди основных причин относительной бедности животного мира моря:

- низкая солёность воды;
- постоянное присутствие сероводорода на глубинах более 150 м.

Среди планктонных водорослей, обитающих в Чёрном море, есть такой интересный вид, как ночесветка или *морская свечка* — водоросль-хищница, питающаяся готовыми органическими веществами и помимо этого обладающая возможностью фосфоресцировать (именно благодаря этой водоросли в августе иногда наблюдается свечение моря).

На дне Чёрного моря обитают мидии, устрицы, гребешок *Flexopecten glaber ponticus*, а также моллюск-хищник венозная рапана, занесённый кораблями с Дальнего Востока, из-за отсутствия естественных врагов — морских звёзд и других питающихся рапанами хищников — размножился, истребив одних и поставив на грань исчезновения других (устрицы, черноморский гребешок) моллюсков¹ — см. врезку справа. В расщелинах прибрежных скал и среди камней живут многочисленные крабы, имеются креветки, встречаются различные виды медуз (наиболее распространены корнерот и аурелия), актинии, губки.

Азовское море

Развит фитопланктон и бентос. Фитопланктон состоит (в %): из диатомовых — 55, перидиниевых — 41,2 и сине-зелёных водорослей — 2,2. В 2017 году в ряде мест побережья наблюдалось массовое размножение водоросли из рода Кладофора.

Среди биомассы бентоса моллюски занимают доминирующее положение. Их скелетные остатки, представленные карбонатом кальция, имеют значительный удельный вес в формировании современного донного осадка и аккумулятивных надводных тел. В 1989 году в Азовском море впервые обнаружен моллюск-вселенец анадара.

Ихтиофауна Азовского моря в настоящее время включает 103 вида и подвида рыб, относящихся к 76 родам, и представлена проходными, полупроходными, морскими и пресноводными видами.

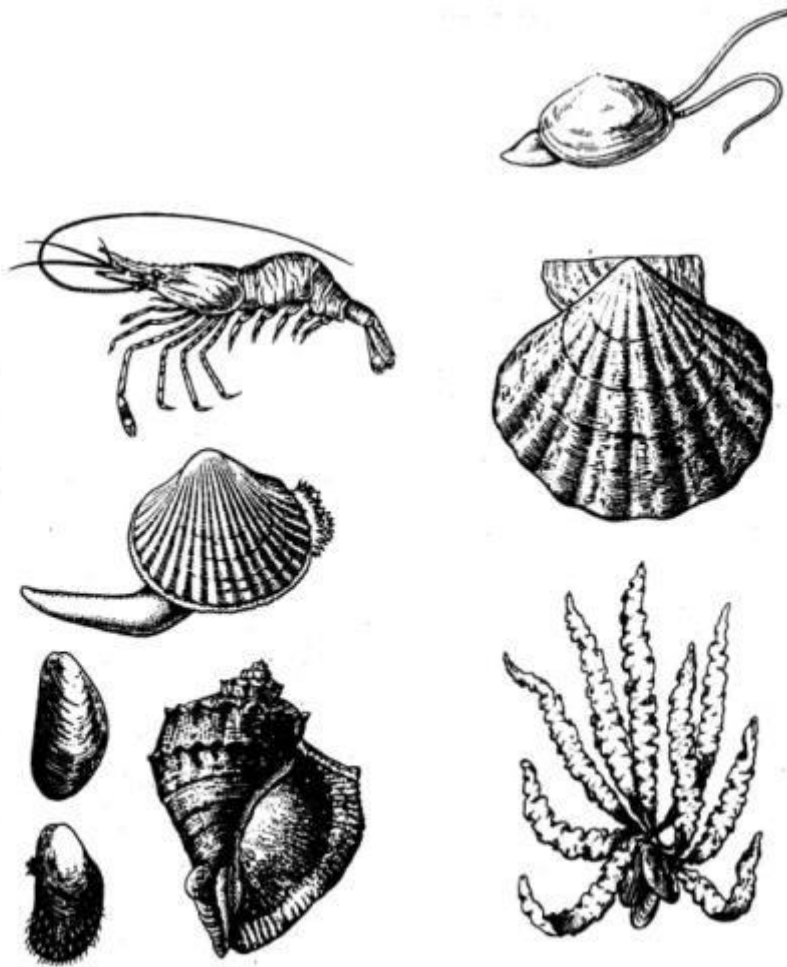
Ход работы:

1. Планктон Черного и Азовского морей.

2. Бентос Черного и Азовского морей.

3. Контрольные вопросы.





Контрольные вопросы:

1. Какими группами представлено население Черного и Азовского морей?
2. Что составляет основу фитопланктона южных морей РФ.
3. Назовите представителей зоопланктона Черного моря, ведущих хищный образ жизни.
4. Назовите пресноводные формы зоопланктона Азовского моря.
5. Назовите комплексы дна Черного моря.
6. Чем представлен фито- и зообентос Азовского моря.

Лабораторная работа №16

Ознакомление с планктоном и бентосом северных морей РФ

Цель работы: познакомиться с представителями бентоса и планктона Баренцева моря.

Материалы: методические пособия, плакаты, ракушки, готовые препараты, лабораторная тетрадь.

Задание: рассмотреть представителей планктона и бентоса Баренцева моря, подписать рисунки, зарисовать представителей в тетрадь.

Теоретическая часть

Баренцево море

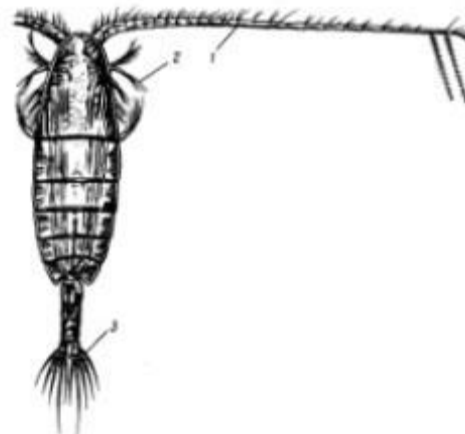
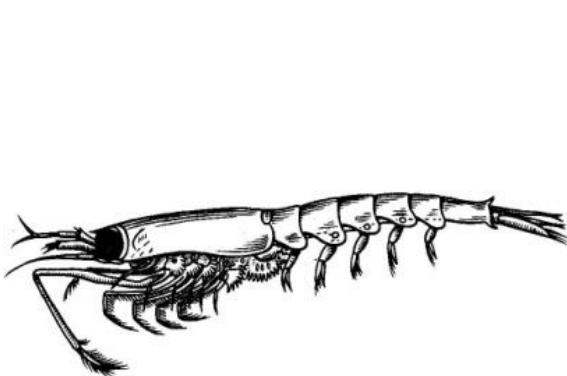
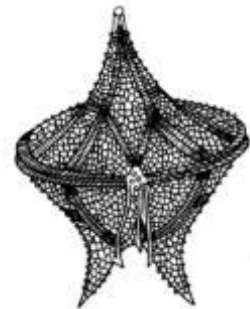
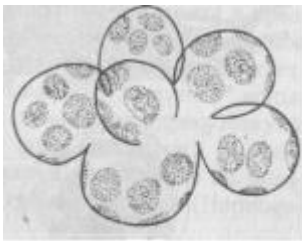
Баренцево море богато различными видами рыб, растительным и животным планктоном и бентосом. У южного побережья распространены морские водоросли. Из 114 видов рыб, обитающих в Баренцевом море, наиболее важны в промысловом отношении 20 видов: треска, пикша, сельдь, морской окунь, зубатка, камбала, палтус, налим и др.

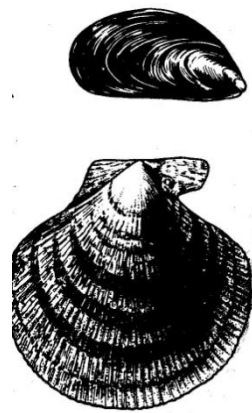
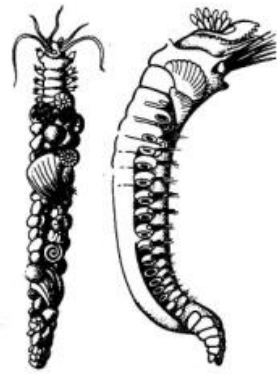
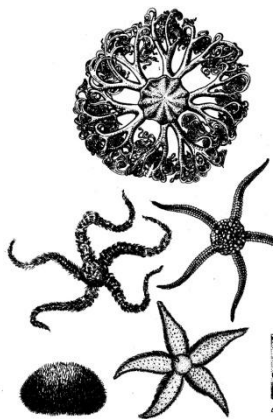
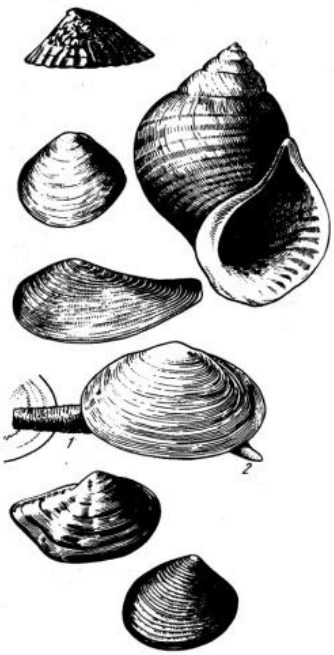
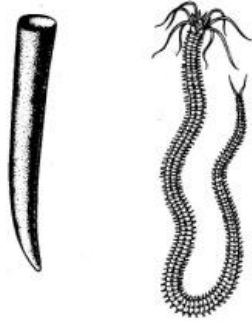
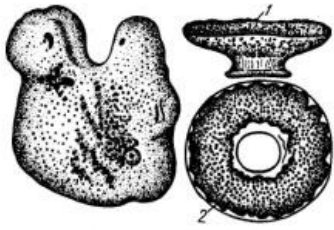
В XX веке был завезён камчатский краб, который смог приспособиться к новым условиям и начать интенсивно размножаться. В последние годы в восточной части Баренцева моря в массовом количестве стал встречаться краб-стригун.

По дну всей акватории моря распространено много различных иглокожих, морских ежей и морских звёзд разных видов.

Ход работы

1. Планктон Баренцева и Белого морей.
2. Бентос Баренцева и Белого морей.





Контрольные вопросы:

1. Какими видами представлен фитопланктон северных морей.
2. Назвать основных представителей зоопланктона Баренцева моря.
3. Дайте характеристику населения литорали северных морей.
4. Какие формы организмов обитают в псевдоабиссали северных морей.

Лабораторная работа №17

Ознакомление с промысловыми беспозвоночными дальневосточных морей РФ

Цель работы: Ознакомление с промысловыми беспозвоночными дальневосточных морей РФ

Материалы: методические пособия, плакаты, ракушки, готовые препараты, лабораторная тетрадь.

Задание: изучить и подписать рисунки с представителями дальневосточных морей

Теоретическая часть

В дальневосточных морях России добывается большое число видов промысловых беспозвоночных, из которых наибольшее значение имеют ракообразные и головоногие моллюски. Характеристика состояния запасов дается ниже только для наиболее важных объектов. Наиболее ценным видом крабов является *камчатский краб*, основные запасы которого находятся в Охотском море у побережья Западной Камчатки.

Запасы *крабов-стригунов* достаточно велики, в последние годы возрастает интерес к промыслу этих видов и растет степень освоения их запасов. Интенсивно используются ресурсы шельфовых видов, тогда как глубоководные виды освоены весьма слабо.

Наиболее значительные запасы креветок в дальневосточных морях расположены в Беринговом и Охотском морях. Оцененные запасы *северной креветки* в западной части Берингова моря возросли.

Из моллюсков на первом месте по промысловой значимости стоят головоногие моллюски, потенциальный вылов которых в дальневосточных морях может превышать 300 тыс. т. Недоиспользуются ресурсы пелагических кальмаров. Численность популяции *тихоокеанского кальмара* в Японском море находится на высоком уровне. В настоящее время отечественный вылов тихоокеанского кальмара не превышает нескольких сотен тонн. У Южных Курильских островов запас кальмара Бартрама и тихоокеанского кальмара находится на среднем уровне – ресурс этих двух видов у Южных Курил позволяет добывать дополнительно в 2010–2011 гг. до 87 тыс. т, но этот запас практически не осваивается. Отечественный промысел в 2009 г. не велся. В большей степени освоен ресурс командорского кальмара, траловый промысел которого ведется у Курильских островов. Состояние запаса командорского кальмара у Курильских островов, Юго-Восточной Камчатки, в Беринговом море не вызывает опасений. Наиболее существенные запасы осьминогов сконцентрированы в районе Южных Курильских островов, у Западного Сахалина и в Северном Приморье. Эти ресурсы значительно недоосваиваются, несмотря на высокую коммерческую ценность, и пресс промысла на них незначителен.

Основные запасы *трубачей* на Дальнем Востоке сконцентрированы в северной части Охотского моря. Из двустворчатых моллюсков наиболее значимыми промысловыми объектами являются *морские гребешки*.

Наиболее ценный вид дальневосточных голотурий, *трепанг*, длительное время чрезмерно эксплуатировался промыслом. Наибольший урон ему был нанесен браконьерским промыслом, так как он обитает на небольших глубинах, где доступен для водолазов.

Ход работы

1. Промысловые растения дальневосточных морей.

2. Промысловые беспозвоночные:

-ракообразные

-моллюски-

-иглокожие

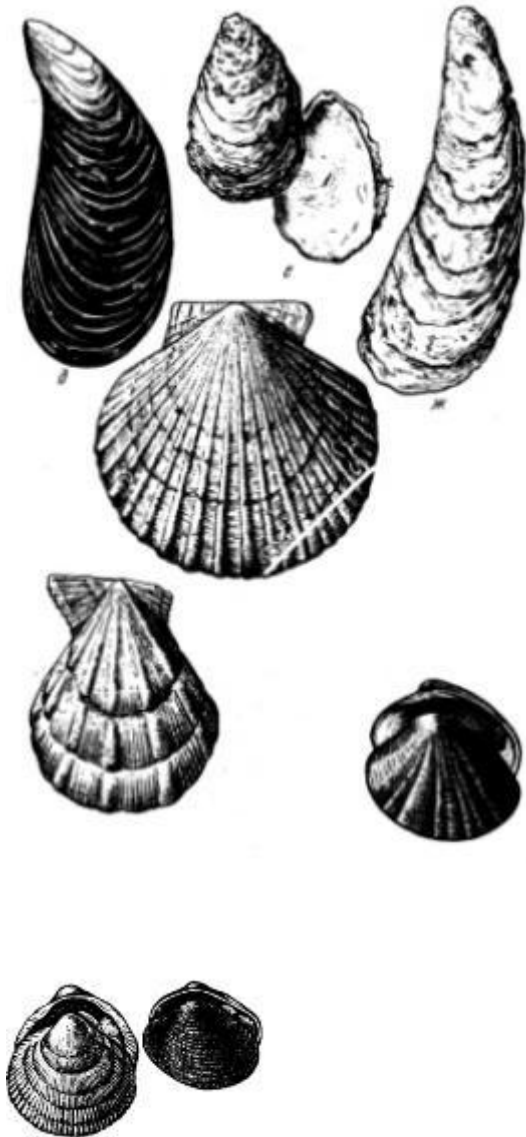
3. Контрольные вопросы.

1. Промысловые растения дальневосточных морей.

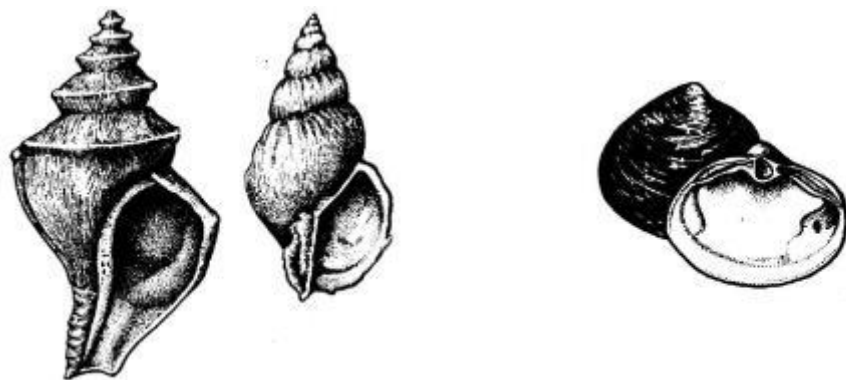


2. Промысловые беспозвоночные.

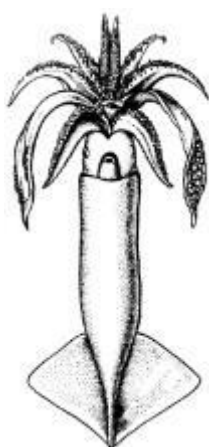
Двустворчатые моллюски



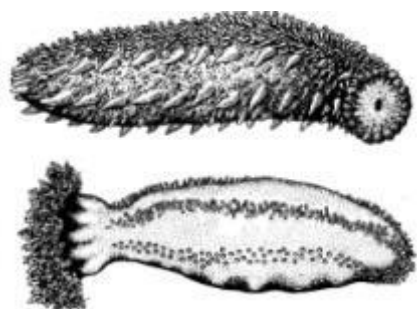
Брюхоногие моллюски.



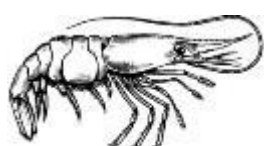
Головоногие моллюски



Иглокожие



Ракообразные



Контрольные вопросы:

1. Дать характеристику представителям бурых и красных водорослей, их применение.
2. Охарактеризуйте камчатского краба, его биологические особенности, распространение и значение.
3. Дать характеристику двустворчатых моллюсков.
4. Характеристика и биологические особенности, распространение и промысловое значение кальмара.
5. Перечислить промысловых брюхоногих моллюсков.
6. Дать характеристику промысловых иглокожих. Перечислить представителей.

Лабораторная работа № 18

Ознакомление с основными представителями планктона и бентоса рек.

Цель работы: Ознакомление с основными представителями планктона и бентоса рек.

Материалы: пробы речного планктона, набор моллюсков, ракообразных, насекомых и их личинок, относящихся к различным донным комплексам.

Задание:

1. Определить качественный состав планктона. Для этого под микроскопом просмотреть несколько порций материала. Определить с помощью рисунков до рода водоросли, коловраток, веслоногих ракообразных. Пользуясь определительной таблицей и рисунками, определить до рода или вида ветвистоусых ракообразных. Зарисовать их общий вид, детали строения. Работу вести индивидуально.
2. Определить и зарисовать организмы, относящиеся к разным донным комплексам. Работу вести группами по 2 человека.
3. Подписать представителей на рисунках

Теоретическая часть

Флора и фауна больших рек характеризуется значительным видовым разнообразием. Это связано прежде всего с расчленением реки на различные по условиям обитания участки — верхний, средний и нижний. Для верхнего характерны относительная маловодность, значительная скорость течения, преобладание жестких грунтов. С переходом к среднему и нижнему участкам река становится многоводной за счет притоков, скорость течения уменьшается, осадки становятся разнообразными. Очень своеобразны по своему режиму области, образующиеся при впадении реки в озеро или море: дельты и эстуарии. Дельты образуются благодаря интенсивному осаждению взвесей, несомых речными водами. Дельта обычно имеет треугольную форму, вся поверхность ее пронизана сетью речных рукавов. Площадь этих обширных мелководных пространств может достигать многих сотен и даже тысяч квадратных километров. Эстуарий представляет собой узкий залив, образующийся при впадении реки в море. В этой области наблюдается значительное изменение солености, возрастающей по направлению к морю, происходит интенсивное перемешивание водных масс, вследствие разности их плотности происходит обогащение воды питательными веществами, необходимыми для развития фитопланктона и фитобентоса. По этим причинам население эстуариев очень богато количественно. В населении эстуариев различают пресноводные, солоноватоводные и эвригалинные морские организмы.

Планктон. Основу его составляют организмы, выносимые в реку из стоячих водоемов. Однако течение оказывает неодинаковое влияние на различные группы планктона стоячих вод. Водоросли, размножающиеся преимущественно делением и пассивно увлекаемые потоком, не испытывают особого вреда от изменения условий существования и продолжают интенсивно размножаться. Из зоопланктона в относительно благоприятных условиях в реке находятся размножающиеся партеногенетически коловратки и ветвистоусые ракообразные. Однако у Cladocera минеральная взвесь засоряет их фильтрующий аппарат и таким образом нарушается процесс питания. Веслоногие ракообразные, у которых партеногенетическое размножение совершенно отсутствует, в наибольшей степени испытывают неблагоприятное влияние течения, так как оно затрудняет встречу самцов и самок. В результате воздействия течения происходит переработка планктона стоячих водоемов и формируется планктон рек, к наиболее характерным чертам которого относится преобладание в фитопланктоне диатомовых водорослей, в зоопланктоне - коловраток над ракообразными, а среди последних — ветвистоусых рачков над веслоногими. Однако по мере падения скорости течения в равнинных реках ракообразные начинают преобладать над коловратками. Количественно планктон рек наиболее беден зимой и в период половодья вследствие разбавления талыми

водами, почти не содержащими организмов, за исключением бактерий. Максимум развития планктона обычно приходится на лето.

Назовем наиболее характерных представителей фито- и зоопланктона равнинных рек. Среди водорослей наибольшее значение имеют: из диатомовых — *Melosira*, *Asterionella*, *Cyclotella*, из зеленых — *Pediastrum*, *Scenedesmus*, из синезеленых — *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Anabaena*.

В толще воды многочисленны коловратки из родов *Keratella*, ветвистоусые рачки, представители родов *Daphnia*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, а из веслоногих — *Cyclops* и *Diaptomus*.

Бентос. Подвижность не только водной массы, но и грунта, размываемого и сносимого потоком, создает особые условия для существования донных организмов. Для макрофитов, укрепляющихся в грунте, обстановка для развития неблагоприятна, и поэтому берега крупных рек обычно лишены растительности. Сильно зарастают лишь участки с медленным течением, а также придаточные водоемы. Донные животные, обитающие на сильном течении (реофильные), имеют специальные приспособления, для того чтобы закрепиться на грунте. Для многих обитателей дна характерна уплощенная форма тела (например, личинка поденки *Heptagenia*).

Развиваются различные органы как постоянного (биссус у дрейссены, так и временного (личинки мошек из сем. *Simuliidae*) прикрепления. Многие личинки поденок (*Ephemera*), ручейников *Hydropsyche* и хирономид строят прикрепленные чехлики, в которых прячутся. В зависимости от характера грунта в коренной реке различают пять донных комплексов населения.

1. Комплекс песка, или псаммореофильный, в равнинных реках занимает большие пространства дна. К числу характерных организмов относятся некоторые виды олигохет, двустворчатый моллюск *Pisidium*, некоторые личинки ручейников (*Hydropsyche*) (см. рис. 38, е) и мизиды (*Metamysis*)

2. Комплекс камней, или литореофильный, по видовому составу значительно богаче предыдущего. Он развивается на участках с быстрым течением. Здесь много прикрепленных форм — губки, дрейссена, личинки мошек из сем. *Simuliidae*, личинки поденок, ручейников (*Hydropsyche*). Из брюхоногих моллюсков встречаются *Ancylus*, *Viviparus*; из высших ракообразных — амфиподы.

3. Комплекс глинистых грунтов, или аргиллореофильный, обычно в реках развит слабо. Здесь много роющих животных, проделывающих в глубине грунта ходы и углубления и этим способствующих разрушению берегов. Таковы, например, личинки ручейников, поденок (*Palingenia*), амфиподы, личинки некоторых хирономид и др.

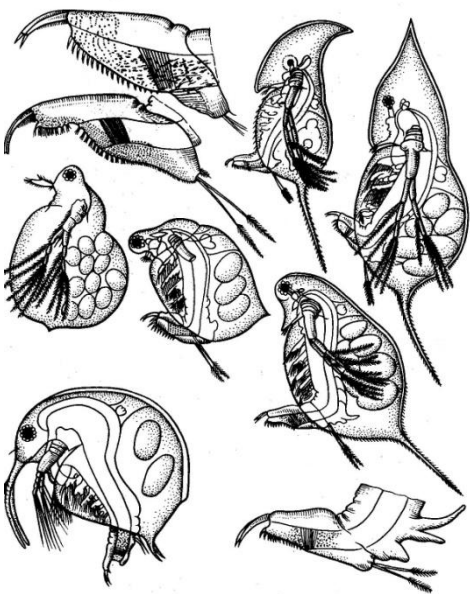
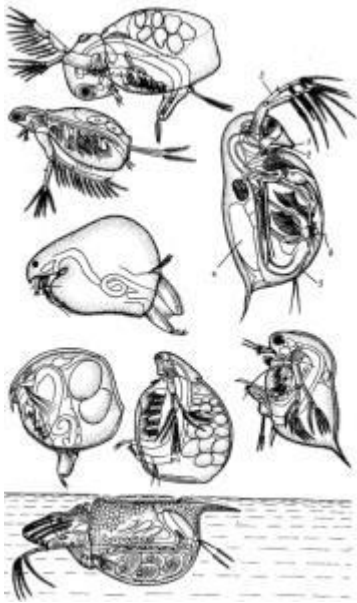
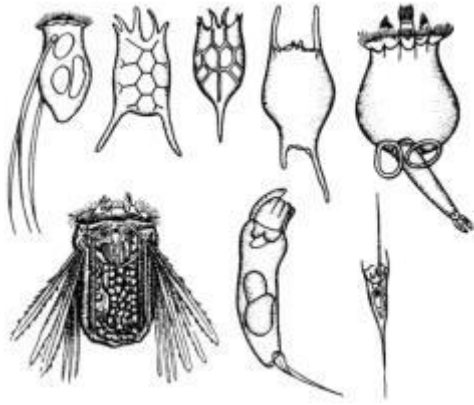
4. Комплекс ила, или пелореофильный, развивается на широких, глубоких плесах. Большие площади он занимает в низовьях рек. Население этого комплекса как по разнообразию, так и по количеству значительно богаче предыдущих. В составе его различные олигохеты и другие черви, многочисленны моллюски *Sphaerium*, *Pisidium*, личинки поденок *Cloeon*, хирономид, вислокрылки (*Sialis*).

5. Комплекс зарослей, или фитореофильный, представлен губками, олигохетами, пиявками, брюхоногими моллюсками (*Ancylus*, *Planorbis*, *Limnaea*, *Viviparus*), личинками стрекоз, поденок, ручейников (*Phryganea*), хирономид. Среди зарослей макрофитов развиваются личинки *Anopheles*.

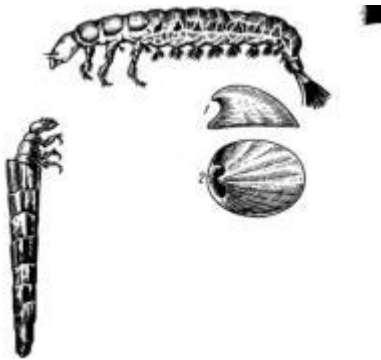
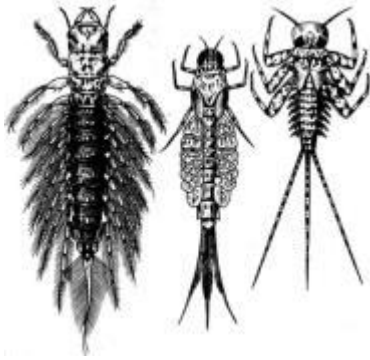
Ход работы

1. Планктон рек. Представители фито- и зоопланктона.
2. Бентос рек. Представители разных комплексов.
3. Контрольные вопросы.

1. Планктон рек.



2. Бентос рек.



Контрольные вопросы:

1. Каково происхождение планктона рек? Под действием, каких факторов формируется планктон рек?
2. Какие представители фито- и зоопланктона преобладают в реках и почему?
3. Какие приспособления имеют донные организмы, обитающие в реках?
4. Перечислить донные комплексы рек. Назвать представителей донных комплексов.
5. Какие условия влияют на развитие макрофитов в реках?

Лабораторная работа №19

Ознакомление с основными представителями планктона и бентоса озёр

Цель работы: изучить водных представителей озер.

Материалы: пробы бентоса из различных зон бентали, пробы планктона из прибрежной и пелагической зон, микроскоп, бинокляр или препаровальная лупа, предметные и покровные стекла, чашки Петри или кюветы, препаровальные иглы, пинцеты, пипетки для взятия планктона.

Задание:

1. Определить находящиеся в пробе бентоса организмы, пользуясь рисунками и определительными таблицами. Зарисовать их, указать систематическое положение, местообитание.
2. Просмотреть несколько порций планктона из прибрежной зарослевой зоны и пелагиали. Пользуясь рисунками и справочниками, определить до рода или вида водоросли, колероваток, низших ракообразных, указать местообитание найденных форм, зарисовать их.
3. Подписать представителей на рисунках.

Теоретическая часть

В котловине озера различают три части:

1. Подводную террасу с характерным пологим, постепенным понижением дна.
2. Свал, имеющий форму уступа или обрыва с относительно крутым падением дна.
3. Котел, или ложе озера, занимающий наибольшую часть всей площади дна озера.

В бентали озер выделяют три зоны:

1. Литораль, расположенная на прибрежной террасе, с нижней границей, проходящей в среднем на глубине 4—7 м.
2. Сублитораль — переходная зона, совпадающая со свалом. Обычно нижняя ее граница соответствует границе распространения донных растений. В таких особенно прозрачных озерах, как Байкал, Севан, Телецкое, немногочисленные растения встречаются на глубине до 25-30 м.
3. Профундаль — остальная часть ложа озера. Пелагиаль озер подразделяется на прибрежную область, лежащую над подводной террасой, и собственно пелагиаль, расположенную над свалом и котлом.

Литораль.

В литорали условия обитания наиболее разнообразны. Благодаря небольшим глубинам здесь более значительны, чем в других областях, суточные и сезонные колебания температуры. Очень благоприятны газовый и световой режимы. На значительной части литоральной зоны интенсивно развиваются макрофиты. Немногочисленны они лишь на скалистой литорали у прибойных побережий. Различные биологические группы макрофитов сменяют друг друга в определенной последовательности. У самого берега до глубины 1—2 м растут воздушно-водные растения (тростник, камыш, рогоз, стрелолист и др.). Затем до глубины 2-2,5 м следует пояс растений с плавающими листьями (кувшинки, кубышки, рдесты, земноводная гречиха и др.). Пояс погруженных растений (различные рдесты, роголистник, уруть) распространен до 6 м и более. На максимальных глубинах, до которых распространяются растения, встречаются водоросли — *Cladophora*, *Enteromorpha*, *Chara*, а из мхов — *Fontinalis*.

Фауна зарослей очень разнообразна и богата количественно. В зависимости от мест обитания здесь выделяют несколько групп животных.

1. Животные, связанные с поверхностью воды: клопы-водомерки, жуки вертячки и др.
2. Животные, обитающие на плавающих листьях растений или в их тканях. На нижней поверхности листьев поселяются мшанки, моллюски (прудовик), иногда в больших количествах ветвистоусые рачки *Sida*.

Очень многие организмы откладывают на нижнюю поверхность листьев свои яйца, то заключенные в слизь (кладка прудовика), кладка ручейника *Phryganea*, то погруженные в ткань растения, как у некоторых стрекоз. Ткань листьев кувшинок, кубышек служит убежищем для некоторых форм. Здесь прокладывают ходы многие личинки хирономид, гусеницы бабочек.

3. Организмы, обитающие внутри тканей растений, погруженных в воду, в черешках листьев кувшинковых и рдестов; в стеблях камыша прогрызают ходы некоторые личинки хирономид. Очень многие насекомые откладывают здесь свои яйца (стрекозы, клопы, многие жуки и др.). Стебли крупных растений нередко густо обрастают водорослями различных видов. Эти водоросли служат пищей личинкам многих насекомых, в том числе личинкам малярийного комара *Anopheles*, которые наряду с тем, что являются активными фильтраторами, соскабливают перифитон с помощью зазубренных волосков верхней губы.

4. На подводных частях растений обитают прикрепленные животные — губки, мшанки, колонии которых имеют вид или сплошных наростов, или небольших кустиков. Здесь очень много брюхоногих моллюсков, личинок ручейников, поденок, питающихся обрастаниями из микроскопических водорослей.

5. В толще воды среди растений многочисленны хищники — личинки и взрослые жуки и клопы, а также клещи. Распространены здесь личинки поденок и стрекоз из подотряда *Zygoptera*.

6. Группу населения зарослей составляют обитатели дна. Здесь характерны двустворчатые моллюски — как крупные (*Anodonta*), так и мелкие (*Sphaerium*). Из ракообразных многочислен водяной ослик. Широко распространены личинки вислоккрылки и ручейников, питающихся обычно растительными остатками. К хищникам относятся различные личинки стрекоз из подотряда *Anisoptera*

Сублитораль.

Эта область бентали находится в основном в слое температурного скачка или несколько выше его. Содержание кислорода здесь понижается, условия освещения ухудшаются. Распространены олигохеты и личинки хирономид. Из моллюсков здесь обитают двустворчатые - *Pisidium*, *Anodonta*, брюхоногие — *Valvata*, *Vithinia*. Профундаль.

В связи с неблагоприятными условиями освещения растения здесь отсутствуют. Среди донных осадков преобладают илы, нередко отличающиеся высоким содержанием органических веществ. Газовый режим в таких условиях бывает напряженным: зимой и летом во время стагнации воды содержание кислорода в гипolimнионе резко уменьшается. Наиболее обычными обитателями профундали являются закапывающиеся организмы — олигохеты (*Tubilex*) и др., личинки хирономид, моллюск *Pisidium*. Количественно бентос здесь значительно беднее, чем в вышерасположенных областях.

Планктон. В составе и количественном развитии планктона прибрежной и пелагической зон отмечаются значительные различия. Планктон в первой зоне среди зарослей макрофитов значительно разнообразнее и количественно богаче по сравнению с пелагиалью. Из кладоцер здесь характерны *Sida*, ряд видов из семейств *Chydoridae* и *Bosminidae*, коловратки *Brachionus*, *Schizocerca* и многие другие, а из веслоногих ракообразных — представители подотряда *Cyclopoida* (подкласс максиллоподы — *Maxillopoda*, отряд *Copepoda*).

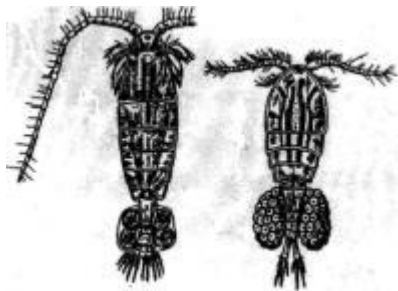
В пелагиали основная часть биомассы зоопланктона приходится на веслоногих рачков из подотряда *Calanoida*. Характерны здесь виды *Cladocera* - *Leptodora*, *Daphnia longispina* и некоторые другие близкие виды, из *Rotatoria* — *Asplanchna*, *Kellicottia* (см. рис. 36, з), различные виды *Keratella*.

Ход работы

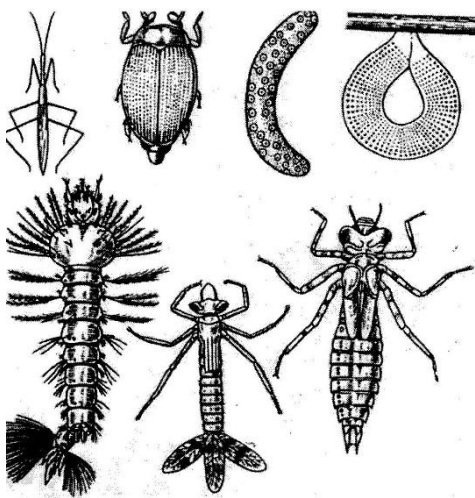
1. Планктон озер. Представители.
2. Население бентали озер. Представители различных биологических групп бентосных организмов.

3. Контрольные вопросы.

1. Планктон озер.



2. Население бентали озер.



Контрольные вопросы:

1. Назвать характерных представителей планктона прибрежной и пелагической зон озер.
2. Охарактеризовать состав макрофитов литоральной зоны озер.
3. Назвать биологические группы фауны зарослей озер.
4. Что характерно для населения сублиторали озер.
5. Назвать представителей населения профундали озер.

Лабораторная работа №20

Ознакомление с основными представителями планктона и бентоса водохранилищ

Цель работы: познакомиться с различными видами, обитающими в водохранилищах.

Материалы: методические пособия, пробы бентоса и планктона из водохранилища, микроскоп, бинокляр, иглы, пинцеты, лабораторные тетради.

Задание.

1. Просмотреть несколько порций планктона из пробы и установить систематический состав организмов до рода (водорослей, коловраток, веслоногих ракообразных по рисункам) и кладоцер до вида. Зарисовать определяемые формы.
2. Определить 10—12 донных беспозвоночных — моллюсков, личинок хирономид и других насекомых, пользуясь рисунками, таблицами, зарисовать, указать, для каких зон водохранилища эти организмы характерны, какие из них являются объектами вселения.
3. Подписать представителей на рисунке.

Теоретическая часть

Водоохранилища — это искусственно созданные водоемы, обычно сооружаемые на реках и озерах. В большинстве случаев водохранилища предназначены для комплексного использования водных ресурсов различными отраслями народного хозяйства (получение электроэнергии, орошение земель, водоснабжение, развитие рыбного хозяйства и др.).

В зависимости от морфометрии различают:

- 1) водохранилища русловые (лощинные), располагающиеся в пределах долины реки и имеющие вытянутую форму;
- 2) озерно-речные водохранилища (лопастные), площади которых во много раз превосходят площади залитых ими рек и других водоемов. По своим гидрологическим характеристикам водохранилища совмещают признаки рек и озер. С озерами их сближает значительная ширина, особенно в приплотинной части. Сходство с рекой проявляется в сохранении течения, особенно в верхних участках.

Основным отличием водохранилищ от естественных водоемов является возможность регулировать в них расход воды. В большинстве водохранилищ, используемых для ГЭС, максимальный расход воды для турбин бывает зимой. В ирригационных же водохранилищах падение (сработка) уровня начинается весной и продолжается все лето до окончания поливных работ. Вследствие понижения уровня большие прибрежные участки освобождаются от воды и летом высыхают, а зимой промерзают, в результате чего погибают многие обитатели этих мелководных участков.

В водохранилищах обычно выделяют 3 естественные зоны или участка, различающихся по гидроморфодинамическим признакам:

- 1) глубоководный приплотинный участок, по режиму приближающийся к озерам;
- 2) промежуточный участок средних глубин;
- 3) мелководный верхний участок. Наиболее детально население изучено в водохранилищах, сооружаемых на крупных реках. Для них характерны обширные площади (500 тыс. га и более) и относительно небольшие глубины (6-15 м).

Планктон. В фитопланктоне этих водохранилищ весной и осенью доминируют диатомовые (*Asterioneda*, *Melosia*), а летом - синезеленые (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*). В этот период они дают до 90% биомассы водорослей и нередко вызывают необычайное по мощности "цветение".

К массовым представителям зоопланктона относятся: из Cladocera – *Daphnia longispina*, некоторые виды *Bosmina* и *Ceriodaphnia*, из коловраток - *Keratella*, *Asplanchna*, *Polyarthra*, *Brachionus*, некоторые виды *Cyclops* и *Diatomus*. В планктоне водохранилищ Волжского каскада и некоторых других многочисленны велигеры моллюска *Dreissena*. В планктоне верхнего и среднего участков водохранилищ обычно доминируют коловратки, а в приплотинном — ракообразные.

Бентос. Макрофиты развиваются обычно в прибрежной области. Они представлены как воздушно-водными (камыш, тростник, рогоз, осоки), так и погруженными (рдесты, уруть и др.) растениями. Растения с плавающими листьями (кувшинка, кубышка, ряски) развиваются в наиболее спокойных участках. Степень развития макрофитов зависит в большой мере от уровня режима.

В водохранилищах со значительным зимним и летним падением уровня заросли растений развиты слабо. В водохранилищах с относительно постоянным уровнем фитобентос развивается интенсивно, особенно в верхнем участке. В зообентосе водохранилищ велика роль организмов вторичноводных, главным образом личинок насекомых, прежде всего хирономид. Состав и степень развития бентоса в различных участках водохранилища заметно различаются. В верховьях водохранилищ многочисленны реофильные организмы - ряд личинок насекомых (личинки поденок, ручейников, мошек и др.), из моллюсков — *Ancylus* и др. По мере продвижения из верхнего участка к приплотинному в связи с растущим заилением дна и ухудшением газового режима видовое разнообразие бентоса ухудшается.

Около 80% площади дна в среднем и приплотинном участках занимают сообщества илолюбивых (пелофильных) организмов. К их числу относятся личинки хирономид, олигохеты из сем. Tubificidae, моллюски — *Unio*, *Anodonta*, *Viviparus*. В водохранилищах Волги и других южных рек многочисленны бокоплав, мизиды, моллюск *Dreissena*. В количественном развитии населения прибрежной зоны и открытой части водохранилищ различия весьма значительны. Среди зарослей макрофитов благодаря присутствию фитофильных видов численность и биомасса организмов во много раз выше в сравнении с открытыми районами.

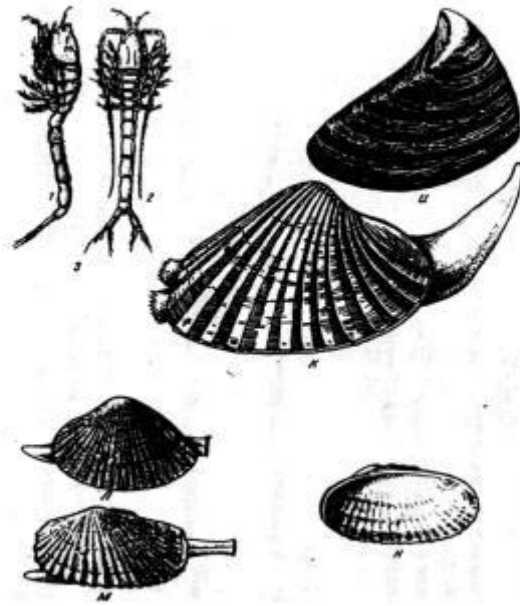
Ход работы

1. Краткие сведения о водохранилищах. Планктон водохранилищ.
2. Бентос водохранилищ. Объекты интродукции (вселение).
3. Контрольные вопросы.





Рис. 51. Каспийские реликты:



Podonevadne trigona (самка); г - *P. anonyx* (самка); а - *cornigerius maeoticus* 1 - самка; 2 - самец; и - *Dreissena polymorpha*; к - *Didacna trigonoides*; д - *Моло-изнутри*.

Лабораторная работа № 21

Ознакомление с основными представителями планктона и бентоса прудов

Цель работы: ознакомиться с представителями планктона и бентоса прудов.

Материалы: методические пособия, плакаты, лабораторная тетрадь, пробы планктона; массовые представители бентоса — личинки хирономид, моллюски, хищные беспозвоночные, организмы — объекты выращивания живых кормов (представители сем. *Daphnidae*, *Artemia salina*), микроскоп, бинокляр или лупа, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, чашки Петри или кюветы.

Задание:

1. Просмотреть несколько порций из пробы планктона под микроскопом. Определить организмы до рода или вида, пользуясь рисунками, зарисовать найденные формы.
2. Произвести определение до рода или вида ряда представителей бентоса прудов; ракообразных - объектов для выращивания живых кормов. Зарисовать определяемые формы, указать их систематическое положение.

Теоретическая часть

Пруды - это водоемы, глубина которых столь незначительна, что погруженная водная растительность может развиваться по всему дну. Режим прудов регулируется человеком. Рыбоводные пруды обычно существуют лишь в летний период, а на зиму спускаются (за исключением зимовальных).

Условия существования в прудах по сравнению с другими водоемами вследствие мелководности отличаются большой неустойчивостью. Значительным колебаниям, как месячным, так и суточным, подвержены температурный и газовый режимы. Периодически происходит перемешивание водной толщи и понижается прозрачность воды. Население прудов. Ведущую роль в фауне прудов играют вторичноводные, эврибионтные организмы. По числу видов население прудов значительно беднее озерного, но здесь много форм, общих с обитателями литоральной области озер. В фитопланктоне наибольшее развитие имеют зеленые (*Scenedesmus*), *Pediastrum*, *Closterium* и синезеленые (*Aphanizomenon*), *Anabaena*, *Microcystis* водоросли. Обычно преобладают синезеленые, которые летом составляют до 90% биомассы водорослей.

В зоопланктоне доминируют инфузории, коловратки, кладоцера. Веслоногие ракообразные имеют меньшее значение. В прудах средней полосы европейской части СССР обычно наблюдается сезонная смена видов ветвистоусых рачков. Весной развиваются представители родов *Moina*, *Simoccephalus*, *Scapholeberis*.

При повышении температуры более 20°C они исчезают из планктона и господствующими становятся *Daphnia pulex* и *D. longispina*, *Bosmina*.

Бентос. В неспускных прудах значительно развиты представители макрофитов всех экологических группировок. В спускаемых водоемах развиваются преимущественно погруженные растения. Основу зообентоса составляют насекомые и их личинки, особенно хирономиды, на долю которых нередко приходится свыше 80 % численности и биомассы донных беспозвоночных (представители родов *Chironomus*, *Glyptotendipes*, *Endochironomus* и др.). К числу характерных обитателей прудов относятся также олигохеты (*Tubifex* и др.), моллюски *Limnaea*.

Контрольные вопросы

1. Каков состав флоры и фауны прудов?
2. Перечислите характерных представителей зообентоса.
3. Охарактеризуйте хищных беспозвоночных и методы борьбы с ними.
4. Опишите объекты и методы культивирования живых кормов среди кладоцер.
5. Какова биология жаброногих, служащих объектом культивирования?
6. Охарактеризуйте методы культивирования артемии.

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ
«ПМ. 01 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ И ИХ
УЧЕТ»**

Информационное обеспечение обучения

Основная учебная литература:

1. Головина, Н.А. Практикум по ихтиологии: учебное пособие / Н.А. Головина Е.В. Авдеева, Е.Б. Евдокимова, О.В. Казимиченко, М.Ю. Котлярчук. — М.: «Моркнига» — 2016. — 417 с. (40 экз.)
2. Долгин, В.Н. Гидробиология: учебное пособие [Электронный ресурс]. / В.Н. Долгин, В.И. Романов. — Томск: ТГУ — 2014. — 236 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76698>.
3. Нагалеvский, Ю.Я. Гидрология: учебное пособие [Электронный ресурс]. / Ю.Я. Нагалеvский, И.Н. Папенко, Э.Ю. Нагалеvский. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 380 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110920>.
4. Решетняк, О.С. Гидрохимия и охрана водных ресурсов: учебное пособие [Электронный ресурс]. / О.С. Решетняк, А.М. Никаноров. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета — 2018. - 135 с. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500005>.

Дополнительная учебная литература:

1. Иванов, В.П. Ихтиология. Основной курс: учебное пособие [Электронный ресурс]. / В.П. Иванов, В.И. Егорова, Т.С. Ершова. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 360 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91885>.
2. Лебедев, С.В. Лабораторный практикум по физиологии рыб: учебное пособие [Электронный ресурс]. / С. В. Лебедев, Е. Мирошникова, О. Кван - Оренбург: ОГУ. — 2014. — 120 с. — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259240>.
3. Пономарев, С.В. Ихтиология: учебное пособие [Электронный ресурс]. / С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 560 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/79271>.
4. Решетько, М.В. Основы гидравлики, гидрологии и гидрометрии: учебное пособие [Электронный ресурс]. / М.В. Решетько. — Томск: ТПУ, 2015. — 193 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82846>.

Официальные, справочно-библиографические и периодические издания:

а) официальные издания:

1. Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ (ред. от 28.06.2014) «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» (утв. постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 314). — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

б) справочно-библиографические издания:

1. Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство. — М: ВО «АГРОПРОМИЗДАТ», 1991. — 224 с. (9 экз.)
2. Карниенко, Т.И. Пресноводные рыбы: Справочник. — М.: АСТ: Астрель, 2001. — 287 с. (3 экз.)

в) периодические издания:

1. Журнал «Вопросы ихтиологии». – 2018. – Т. 58. – № 1-6 (1 экз.)
2. Журнал «Рыбное хозяйство». – 2018. – № 1-6 (1 экз.)
3. Журнал «Рыбоводство и рыбное хозяйство». – 2014. – № 1-12 (1 экз.)
4. Журнал «Рыболов». – 2014. – № 1-12 // Видеоприложение к журналу «Рыбное хозяйство» на DVD диске (1 экз.)
5. Журнал «Рыболов-Elite». – 2014. – № 1-6 // Видеоприложение к журналу «Рыбное хозяйство» на DVD диске (1 экз.)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Иванова А.И., Хохлова М.А. Методические указания по самостоятельной (внеаудиторной) работе профессионального модуля ПМ. 01 «Контроль качества среды обитания гидробионтов и их учет» для обучающихся по специальности 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) [Электронный ресурс]./ А.И. Иванова, М.А. Хохлова – Рыбное, 2019. – 19 с. Режим доступа: <http://portal-drti.ru>
2. Иванова А.И., Хохлова М.А. Учебная практика. Методические указания для студентов очной и заочной формы обучения специальности 35.02.09 Ихтиология и рыбоводство (базовая подготовка) [Электронный ресурс]./ А.И. Иванова, М.А. Хохлова – Рыбное, 2019. – 64 с. Режим доступа: <http://portal-drti.ru>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству. Раздел Нормативно-правовая база. – <http://fish.gov.ru/>
- Департамент по рыболовству Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. – <http://www.fao.org>
- Официальный сайт ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской академии наук». Раздел Рыбы России. – <http://www.sevin.ru/vertebrates>
- Рыбоводство. Информационный портал. – <http://pisciculture.ru/>
- Литература по рыбоводству. Форум. – <https://biofermer.org/forum104/>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем

Перечень информационных технологий, используемых в учебном процессе

Наименование программного обеспечения	Назначение
Образовательный портал Moodle	Образовательный портал ДРТИ построен на обучающей виртуальной среде Moodle и доступен по адресу www.portal-drti.ru из любой точки, имеющей подключение к сети Интернет, в том числе из локальной сети ДРТИ. Образовательный портал ДРТИ подходит как для организации online-классов, так и для традиционного обучения. Портал разделен на «открытую» (общедоступную) и «закрытую» части. Доступ к закрытой части осуществляется после предъявления персональной пары «логин-

	пароль». преподавателем или студентом.
Электронно-библиотечная система ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»	Обеспечивает доступ к электронно-библиотечным системам издательств, доступ к электронному каталогу книг, трудам преподавателей, учебно-методическим разработкам ДРТИ, периодическим изданиям.

Возможность доступа к электронно-библиотечным системам

Наименование электронного ресурса, адрес сайта	Назначение
ЭБС «Университетская библиотека on-line» http://biblioclub.ru/	Фонд библиотеки насчитывает издания более 160 крупнейших современных издательств, выпускающих учебную, научную и иную литературу. Каталог «Университетской библиотеки онлайн» содержит: новейшие грифованные учебники и учебные пособия, научную, научно-популярную, художественную литературу; обучающие мультимедиа, схемы, тесты, тренажеры, презентации, карты и репродукции; эксклюзивные издательские коллекции, включающие востребованную литературу гуманитарной, социальной, юридической, технической и экономической тематик. Имеется программа «Детектор плагиата», позволяющая выявлять нарушения авторских прав в Интернете. Работа может осуществляться из любого места, в котором имеется доступ к сети Интернет.
ЭБС Юрайт https://www.biblio-online.ru	Фонд ЭБС «Юрайт» – это более 5000 наименований учебников и учебных пособий для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОС. В ЭБС присутствует возможность: индивидуального неограниченного доступа пользователей к содержимому из любой точки, в которой имеется подключение к сети Интернет; одновременного индивидуального доступа пользователей к содержимому в соответствии с требованиями ФГОС; полнотекстового поиска по содержимому, формирования статистических отчетов по пользователям. Издания в ЭБС представлены с сохранением вида страниц (оригинальной верстки).
ЭБС издательства «Лань» https://e.lanbook.com	ЭБС включает в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Предоставляет возможность круглосуточного дистанционного индивидуального пользования для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, адрес в сети Интернет, с возможностью просмотра и скачивания на сайте в он-лайн режиме. Предоставляет право доступа к отдельным коллекциям, в частности таким, как «Инженерно-технические науки – Издательство Лань», «Информатика – Издательство Лань», «Физкультура и Спорт – Издательство Физическая культура» ЭБС Лань.

Перечень лицензионного учебного программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Назначение
----------------------------------------------	-------------------

КОМПАС-3D V15	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D V15. Проектирование и конструирование в машиностроении.
ABBYY FineReader 8.0 Corporate Edition	Система оптического распознавания текста
STDU Viewer	Программа для просмотра электронных документов
Google Chrome, Opera	Браузер
Windows NT	Графические, интерактивные, многозадачные оперативные системы корпорации Microsoft
Dr.Web	Антивирусные программные продукты
Microsoft Office	Приложения – офисные редакторы для работы с текстовыми документами, электронными таблицами, электронными сообщениями, базами данных, изображениями и т.д.
Moodle	Образовательный портал ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»
7-zip	Архиватор

Перечень информационных справочных систем

Наименование ИСС	Назначение
ИСС «Консультант +»	Содержит российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты по здравоохранению, технические нормы и правила

Сведения об обновлении информационного обеспечения обучения представлены в локальной сети ДРТИ по адресу: \Base\192.168.10.10\для обмена по дфагту\ИТ в обучении