

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра биологии и водных биоресурсов

**Методические указания
к выполнению практических работ**

по дисциплине Б1.В.02.01 Биология с основами экологии

для направления подготовки

04.03.01 Химия

профиль «Неорганическая химия и химия координационных соединений»

Мурманск
2019

Составитель: Тюкина Ольга Сергеевна, старший преподаватель кафедры биологии и водных биоресурсов.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика 18 июня 2019 г., протокол № 17

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО – МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	3
2.	ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	4
3.	СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	4
3.1.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 «Методы исследований в биологии»	5
3.2.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 «Биосинтез белков в клетках»	7
3.3.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 «Биологическая вертикальная и горизонтальная зональность гидросферы» презентации	10
3.4.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 «Зарождение и эволюция жизни в масштабах геохронологической шкалы»	13
3.5.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 «Строение вирусов, про- и эукариотических клеток»	15
3.6.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 «Самосохранение биосистем: митоз и мейоз»	18
3.7.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7 «Биологическое разнообразие организмов» презентации	21
3.8.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 «Экологические системы и трофические цепи»	23
3.9.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9 «Биотические связи»	26
3.10.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10 «Направление потока вещества и энергии по трофическим уровням Баренцева моря»	27
3.11.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11 «Обмен веществ и энергии в клетках»	29
3.12.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12 «Фотосинтез»	32
3.13.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13 «ООПТ Мурманской области»	35
3.14.	ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14 «Биоиндикация»	39
4.	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	43

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Данные методические указания составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования для бакалавров направления 04.03.01 Химия.

Согласно рабочей программе обязательный минимум содержания дисциплины «Биология с основами экологии» для бакалавров очной формы обучения составляет 108 часов, в том числе 34 часа для выполнения практических работ.

Цель изучения дисциплины «Биология с основами экологии» - формирование компетенций в соответствии с ФГОС по направлению подготовки бакалавра и учебным планом для направления подготовки 04.03.01 Химия, а также формирование представления о сущности жизни и об основных закономерностях биологии и экологии.

Задачи дисциплины «Биология с основами экологии» - изучить биологические уровни организации живой материи и основные принципы охраны природы; сформировать представление о разнообразии организмов, о механизмах взаимодействия живой и косной материи и о биоиндикации.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 «Химия»:

Таблица 1 – Компетенции и результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Индикаторы сформированности компетенций
1.	ПК-1-н. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	Компетенция реализуется индикатором ПК-1-н-4	ПК-1-н-4. Готовит объекты исследования.
2.	ПК-2-н. Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	Компетенция реализуется индикатором ПК-2-н-1	ПК-2-н-1. Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Таблица 2

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов
		Очная
1	2	3
1.	Методы исследований в биологии	2
2.	Биосинтез белков в клетках	2
3.	Биологическая вертикальная и горизонтальная зональность гидросферы (презентации)	2
4.	Зарождение и эволюция жизни в масштабах геохронологической шкалы	2
5.	Строение вирусов, про- и эукариотических клеток	2
6.	Самосохранение биосистем: митоз и мейоз	2
7.	Биологическое разнообразие организмов (презентации)	6
8.	Экологические системы и трофические цепи	2
9.	Биотические связи	2
10.	Направление потока вещества и энергии по трофическим уровням Баренцева моря	2
11.	Обмен веществ и энергии в клетках	2
12.	Фотосинтез	2
13.	ООПТ Мурманской области (презентации)	2
14.	Биоиндикация	4

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по подготовке к практическим работам

1. Практические работы проводятся в специализированных помещениях, их целью является контроль освоения теоретического материала и получение навыков практического применения теоретически полученных знаний.

2. Перед практической работой обучающиеся повторяют теоретический лекционный материал, а также темы для самостоятельного освоения, отвечая на контрольные вопросы по специализированной литературе и электронным ресурсам интернета.

3. При подготовке к семинару обучающиеся должны ознакомиться со всеми вопросами и выбрать одну тему для доклада с презентацией. При подготовке доклада по заданным тематикам обучающиеся должны полностью раскрыть тему, привести ссылки на используемую литературу. При использовании в презентации рисунков, графиков и др. из интернета обучающиеся обязаны указывать ссылки на источники. Не рекомендуется перегружать слайды текстом, оставлять много пустого пространства. Рекомендуется нумеровать слайды презентации, осторожно использовать средства мультимедиа, а также внимательно относиться к фону и цвету шрифта.

Практическая работа №1

Методы исследований в биологии

Цель: сформировать знания о применяемых в биологии методах исследования.

Материалы: тетрадь для практических работ, схема оптического микроскопа.

Теоретические сведения

Биологические методы делятся на: эмпирические (позволяют изучать явление с помощью опыта; описательный, сравнительный, экспериментальный и исторический) и теоретические (статистический и моделирование).

К основным (универсальным) методам в биологии относятся:

Описательный метод, связанный с наблюдением и описанием объектов или явлений, определением их свойств.

Сравнительный метод. Сходства и различия разных систематических групп, сообществ организмов, их строения, функций и составных частей изучаются с помощью сравнительного метода. Этот метод используется в систематике, морфологии, анатомии, палеонтологии, эмбриологии и других отраслях науки. Принципы сравнения легли в основу систематики, клеточной теории. Открыты биогенетический закон, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Исторический метод выясняет закономерности появления и развития организмов, становления их структуры и функций в ходе геологической истории Земли. С его помощью было создано учение об эволюционном развитии органического мира.

Экспериментальный метод (опыт, практика) состоит в изменении исследователем условий существования объекта опыта, его строения и наблюдение по результатам изменений. Эксперименты бывают полевые и лабораторные. Этот метод позволяет гораздо глубже исследовать сущность поведения, строение и особенности организмов.

К частным биологическим методам исследования относятся методы:

Генеалогический метод. Используется при составлении родословных людей, выявлении характера наследования некоторых признаков.

Исторический метод. Позволяет обнаружить закономерности возникновения и развития живых существ.

Палеонтологический метод – позволяет выяснить родство между древними организмами, которые находятся в земной коре, в разных геологических слоях.

Центрифугирование – разделение смесей на основные части под действием центробежной силы.

Цитологический, цитогенетический, микроскопирование – исследование строения клетки, ее структур с помощью микроскопов.

Биохимический метод – исследование химических процессов, происходящих в организме.

Теоретические методы:

Статистический метод основан на статистической обработке количественного материала, собранного в результате других исследований (наблюдений, экспериментов, моделирования), что позволяет всесторонне проанализировать и установить определенные закономерности.

Моделирование – дает возможность изучать объекты и процессы, которые сложно или невозможно воспроизвести экспериментально, или непосредственно наблюдать.

Рассмотрим подробнее методы микроскопии.

Любой оптический прибор, позволяющий получить увеличенное изображение объекта, включает систему линз и устройства, облегчающие пользование ими. Самым простым оптическим прибором является ручная лупа. Основная ее часть — двояковыпуклая линза, вставленная в оправу с ручкой. Увеличение, которое дает ручная лупа, обычно обозначено на ручке соответствующими символами 2х, 5х, 7х, 10х.

Микроскоп. В составе микроскопа можно выделить три основных блока: механический, осветительный и оптический.

Механический блок состоит из подковообразного или прямоугольного основания (или ножки), колонки, рукоятки, предметного столика и тубуса. Основание микроскопа придает ему устойчивость. На колонке закреплены предметный столик, устройства, обеспечивающие регулирование работы оптического и осветительного блоков, и тубус. На

тубусе снизу привинчивается револьвер — подвижная конструкция с ячейками для сменных объективов, сверху — окуляр.

Осветительный блок включает осветитель или зеркало, расположенное у основания микроскопа, и конденсор Аббе. Так как сейчас в основном используются микроскопы со встроенным осветителем, поэтому в пособии не рассматривается вопрос, как выровнять зеркало по отношению к настольной лампе. Свет от источника направляется через отверстие в предметном столике на тот участок препарата, на который наведен объектив.

Для лучшей освещенности объекта, концентрации лучей, идущих от источника света, между ним и предметным столиком расположен конденсор, представляющий собой дополнительную систему линз и снабженный ирисовой диафрагмой и сменными. Перемещая конденсор вверх или вниз с помощью винта, следует сфокусировать чёткое изображение светового пучка (источника света) в поле зрения микроскопа. Изменяя ширину отверстия диафрагмы, можно регулировать яркость освещения, при этом чем меньше отверстие диафрагмы, тем выше контрастность освещения. Матовый светофильтр используют для создания равномерного освещения поля зрения микроскопа при работе с малым увеличением. Синий – при работе с вольфрамовыми лампами для получения эффекта дневного света. Кроме того, встроенный осветитель имеет ещё трансформатор с выключателем и реостатом для регулировки интенсивности света.

Оптический блок состоит из окуляров и объективов, укрепленных на концах тубуса. Окуляры вставляются в верхнюю часть тубуса. Они представляют собой короткие трубки с вмонтированными в них линзами. Увеличение окуляра в рабочем учебном микроскопе чаще всего 10- кратное (10х). Объективы закрепляются в гнездах револьвера и легко сменяются при микроскопировании поворотом револьвера. Установка нужного объектива над объектом и фиксация его положения контролируется характерным щелчком. Чаще всего используются два объектива: объектив малого увеличения (8х) и объектив большого увеличения (40х). Для получения больших увеличений применяют 90- или 100- кратный (90х, 100х) объектив.

Фокусировка (наведение на резкость) регулируется двумя винтами, укрепленными на колонке. Изменением расстояние между изучаемым объектом и объективом достигается наилучшая резкость изображения. Для быстрого изменения этого расстояния используется макровинт, для более тонкой регулировки — микровинт. Использование макровинта при объективах с 40-кратным увеличением и более ЗАПРЕЩЕНО.

Для определения общего увеличения нужно перемножить увеличение окуляра, объектива и окулярной насадки. Если увеличение последней не указано на самой насадке, то необходимо посмотреть этот параметр в руководстве по эксплуатации.

Задание

1. Изучите теоретический материал.
2. Зарисуйте схему оптического бинокулярного микроскопа.
3. По теоретическим материалам и лекции заполните таблицу.

Таблица 1.1. Устройство оптического микроскопа

Блок	Компонент блока	Устройство компонента	Выполняемая функция

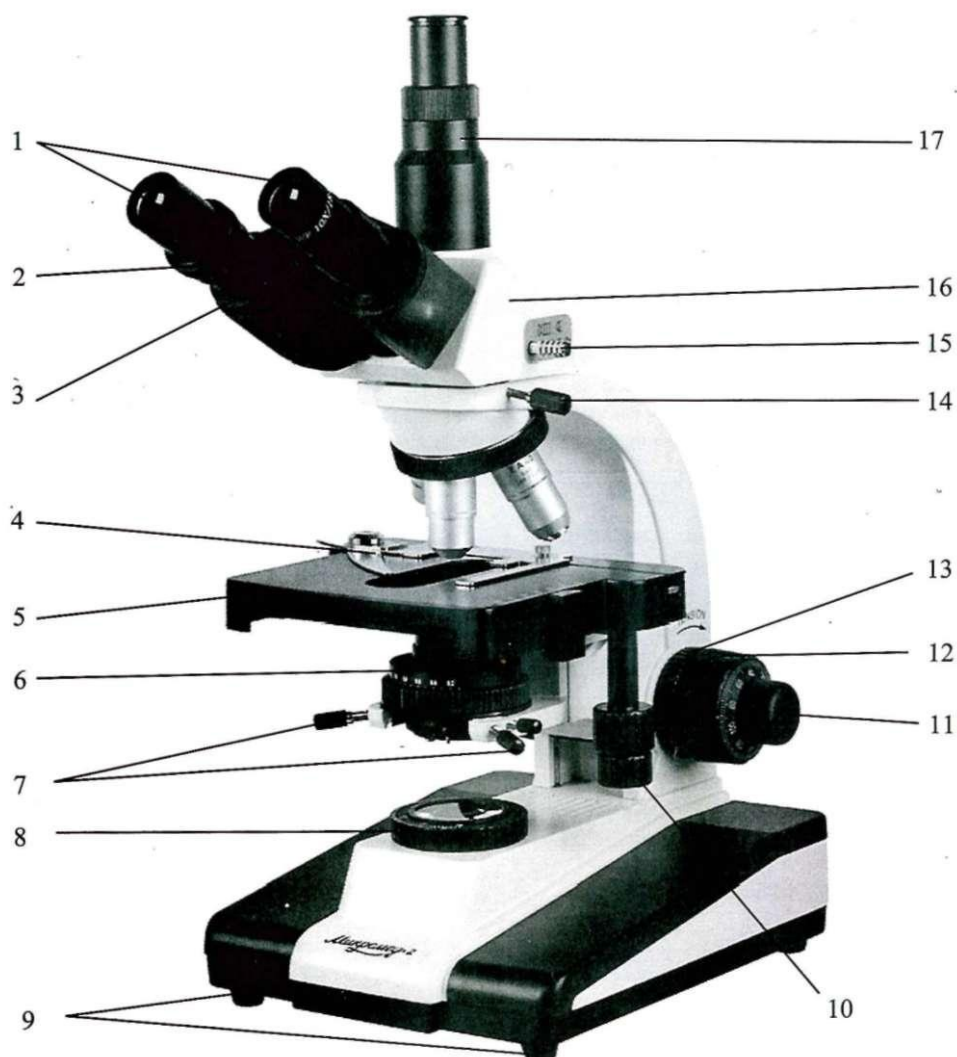


Рис. 1.1. Микроскоп биологический Микромед 2 с тринокулярной визуальной насадкой: 1 -окуляры; 2 - кольцо диоптрийной настройки на левом окулярном тубусе; 3 - шкала межзрачкового расстояния; 4 - держатель препарата; 5 - предметный столик; 6 - градуировка апертуры на конденсоре Аббе; 7 - винты центрировки конденсора относительно оптической оси; 8 - кольцо оправы регулировки раскрытия полевой диафрагмой; 9 - резиновые ножки; 10 - рукоятка перемещения предметного столика в двух взаимно-перпендикулярных направлениях; 11 - рукоятка тонкой фокусировки; 12 - рукоятка грубой фокусировки; 13 - кольцо регулировки жесткости хода грубой фокусировки; 14 - винт крепления визуальной насадки; 15 - рукоятка переключения светового потока на вертикальный тубус; 16 - тринокулярная визуальная насадка; 17 - вертикальный тубус с каналом визуализации

Практическая работа №2

Биосинтез белков в клетках

Цель: сформировать знания о принципах синтеза белков.

Материалы: тетрадь для практических работ, схемы процессы транскрипции и трансляции.

Теоретические сведения

Биосинтез белка состоит из двух этапов – транскрипции и трансляции.

Транскрипция (переписывание) – биосинтез молекул РНК. Осуществляется в хромосомах на молекулах ДНК по принципу матричного синтеза. При помощи ферментов на соответствующих участках молекулы ДНК (генах) синтезируются все виды РНК (иРНК, рРНК, тРНК). Синтезируется 20 разновидностей тРНК, т.к. в биосинтезе белка

принимают участие 20 аминокислот. Затем иРНК и тРНК выходят в цитоплазму, рРНК встраивается в субъединицы рибосом, которые также выходят в цитоплазму.

Трансляция (передача) – синтез полипептидных цепей белков, осуществляется на рибосомах. Сначала происходит образование функционального центра рибосомы – ФЦР, состоящего из иРНК и двух субъединиц рибосом. В ФЦР всегда находятся два триплета (шесть нуклеотидов) иРНК, образующих два активных центра: А (аминокислотный, или аминоацильный) – центр узнавания аминокислоты и П (пептидный, или пептидилный) – центр присоединения аминокислоты к пептидной цепочке. Далее происходит транспортировка аминокислот, присоединение к тРНК, из цитоплазмы в ФЦР. В активном центре А осуществляется считывание антикодона тРНК с кодоном иРНК, в случае комплементарности возникает связь, которая служит сигналом для продвижения (скачок) вдоль иРНК рибосомы на один триплет. В результате этого комплекс «кодон иРНК и тРНК с аминокислотой» перемещается в активный центр П, где и происходит присоединение аминокислоты к пептидной цепочке (белковой молекуле). После чего тРНК покидает рибосому. И последний этап. Пептидная цепочка удлиняется до тех пор, пока не закончится трансляция и рибосома не соскочит с иРНК. На одной иРНК может уместиться одновременно несколько рибосом (образуется полисома). Полипептидная цепочка погружается в канал эндоплазматической сети и там приобретает вторичную, третичную или четвертичную структуру. Скорость сборки одной молекулы белка, состоящего из 200-300 аминокислот, составляет 1-2 мин. Формула биосинтеза белка:

ДНК (транскрипция) — РНК (трансляция) — белок

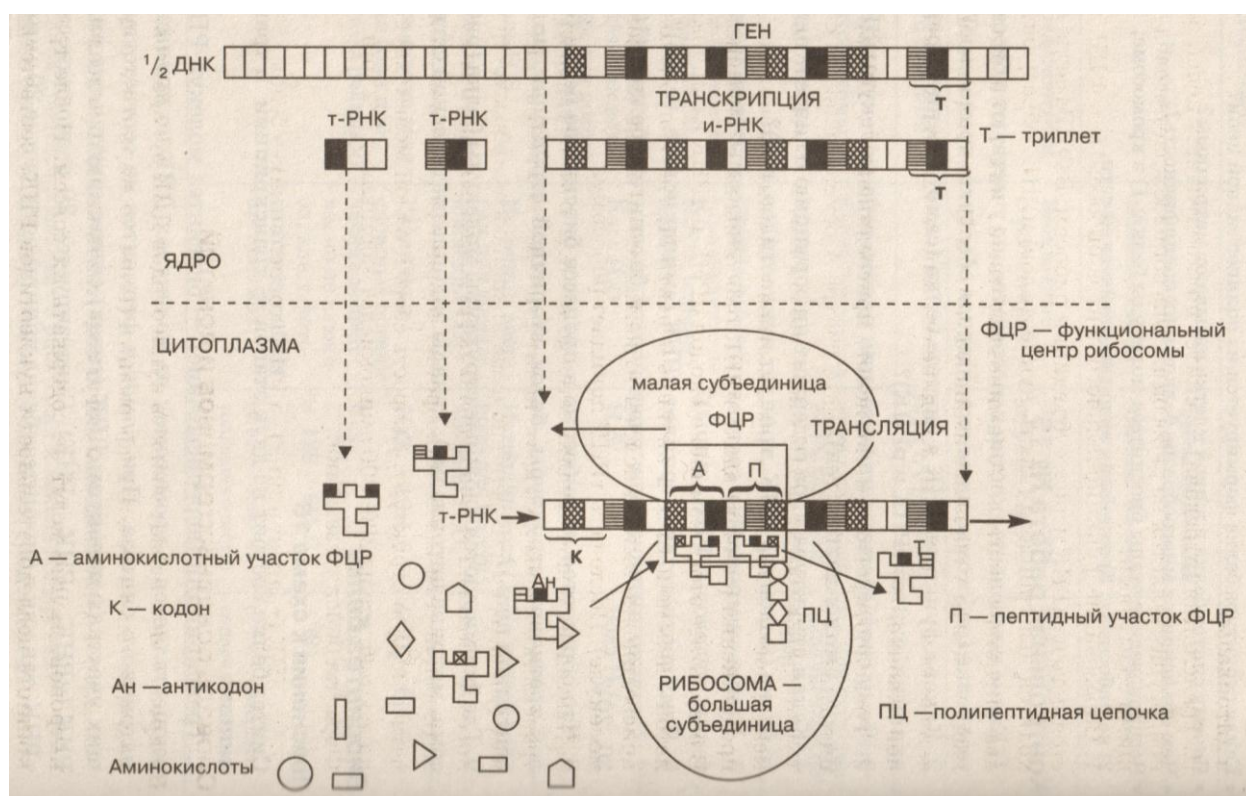


Рис. 2.1. Биосинтез белка. Источник: Богданова, Солодова. Биология: справочник для поступающих в вузы. — М.: АСТ-ПРЕСС ШКОЛА, 2016. — 816 с.

Таблица 2.1. Таблица генетического кода

Аминокислота	Кодирующие триплеты — кодоны					
Аланин	ГЦУ	ГЦЦ	ГЦА	ГЦГ		
Аргинин	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ	АГА	АГГ
Аспарагин	ААУ	ААЦ				
Аспарагиновая кислота	ГАУ	ГАЦ				
Валин	ГУУ	ГУЦ	ГУА	ГУГ		
Гистидин	ЦАУ	ЦАЦ				
Глицин	ГГУ	ГГЦ	ГГА	ГГГ		
Глутамин	ЦАА	ЦАГ				
Глутаминовая кислота	ГАА	ГАГ				
Изолейцин	АУУ	АУЦ	АУА			
Лейцин	ЦУУ	ЦУЦ	ЦУА	ЦУГ	УУА	УУГ
Лизин	ААА	ААГ				
Метионин	АУГ					
Пролин	ЦЦУ	ЦЦЦ	ЦЦА	ЦЦГ		
Серин	УЦУ	УЦЦ	УЦА	УЦГ	АГУ	АГЦ
Тирозин	УАУ	УАЦ				
Треонин	АЦУ	АЦЦ	АЦА	АЦГ		
Триптофан	УГГ					
Фенилаланин	УУУ	УУЦ				
Цистеин	УГУ	УГЦ				
Знаки препинания	УГА	УАГ	УАА			

Задание

- Повторите лекционный материал. Ознакомьтесь с теоретическим материалом, разберите основные понятия по теме.
- Решите задачи:
 - Молекула ДНК содержит 54 000 остатков Г, что составляет 13% от общего числа нуклеотидов в молекуле. Определить количество остальных нуклеотидов, и длину данной молекулы ДНК.
 - Какому триплету ДНК соответствует антикодон т-РНК ГУА?
 - Дана цепочка молекулы ДНК, построить вторую, комплементарную А_А_Ц_Г_Г_Т_А_Ц
 - Какими последовательностями нуклеотидов и-РНК могут кодироваться следующие последовательности аминокислот белка:
лей-прол-тир-сер-цис-тре
 - Белок состоит из 208 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между 2 соседними нуклеотидами составляет 0,34 нм.
 - Последовательность нуклеотидов в цепи ДНК -ТТТЦЦАТАТТГЦЦАЦ- в результате мутации одновременно выпадают первый нуклеотид и второй триплет нуклеотидов. Запишите новую нуклеотидную последовательность в цепи ДНК, определите по ней последовательность аминокислот в полипептиде.
 - Сколько содержится нуклеотидов А, Т, Г, Ц во фрагменте молекулы ДНК, если в нем обнаружено 1200 нуклеотидов Ц, что составляет 20% от общего количества нуклеотидов в этом фрагменте ДНК?

Практическая работа №3

Биологическая вертикальная и горизонтальная зональность гидросферы (презентации)

Цель: сформировать представление о геологической, гидрологической и биологической зональностях гидросферы.

Материалы: тетрадь для практических работ, письменные и чертежные инструменты, схемы биологической вертикальной зональности океана и озера, проекционное оборудование.

Теоретические сведения

В. И. Вернадский подразделил биосферу на тропосферу, литосферу и гидросферу.

Тропосфера - нижняя часть атмосферы, высота которой доходит до 20 км, где жизни уже нет, но происходят миграция и обмен биогенных газов. Объем атмосферы, в которой обнаруживается жизнь, составляет 7 444 600 км³.

Литосфера - это твердая поверхность Земли, представленная ее верхними водонепроницаемыми слоями глубиной до 2-5 км, ниже которых уже лежат осадочные породы, а еще ниже - переплавленные породы гранитной оболочки. Объем почвенного слоя, в котором обнаруживают жизнь, составляет около 100000 км³. Почва заселена такими организмами как бактерии, корненожки, инфузории, черви (нематоды), олигохеты, насекомые, клещи, мелкие млекопитающие, растения.

Гидросфера - это водная часть биосферы, представленная реками, озерами, морями и океанами. Объем морей и океанов составляет около 1 млрд. 370 млн. км³, тогда как объем озер, рек, водохранилищ и учтенных подземных вод составляет около 8 млн км³. Моря и океаны являются одним из основных биотопов, хотя около 90% их объема представлены глубинами, для которых характерен полный мрак. С другой стороны, для глубин более 4000 м характерно также очень высокое давление, составляющее около 400 атмосфер. Можно сказать, что часть Мирового океана является естественной барокамерой, заполненной живыми организмами.

Население гидросферы представлено *планктоном, бентосом и nekтоном*.

Планктон - совокупность мелких организмов животной и растительной природы, которые либо не способны к самостоятельному движению, передвигаясь вместе с водой, либо способны, двигаясь в воде самостоятельно. Различают *фитопланктон*, который в морях представлен одноклеточными водорослями (диатомовыми), цианобактериями и другими организмами, и *зоопланктон*, представленный одноклеточными фораминиферами, радиоляриями и многоклеточными кишечнорастворными, а также червями, ракообразными, личинками беспозвоночных животных и т. д. В планктоне пресных вод встречаются в основном низшие ракообразные и коловратки.

Бентос представляет собой совокупность животных (*зообентос*) и растений (*фитобентос*), ведущих придонный образ жизни (губки, кишечнорастворные, черви, моллюски, ракообразные, иглокожие, асцидии, водоросли и др.). В пресноводном бентосе содержатся личинки некоторых насекомых, брюхоногие моллюски, пиявки, губки (бадяги) и др.

Нектон представлен крупными плавающими организмами (морские млекопитающие, рыбы, кальмары и др.). Нектон пресных вод представлен карповыми рыбами.

Зона морских приливов и отливов (осушенная зона), которая может составлять всего лишь несколько метров, носит название литорали. Она заселена ракообразными, червями, моллюсками.

Глубины водной части биосферы зависят от водоема. В океане они доходят до 10 км и более, причем жизнь встречается на разных глубинах.

Задание

1. Повторите лекционный материал. Ознакомьтесь с теоретическим материалом, разберите основные понятия по теме.
2. Изучите схемы районирования гидросферы.
3. Подготовьте доклад с презентационным материалом по одной из ниже представленных тем.
4. Сделайте вывод о закономерностях распределения жизненных форм в водоемах.
5. Зарисуйте схемы экологической зональности озера и океана.



Рис. 3.1. Экологические зоны озера. https://studbooks.net/1189173/geografiya/sreda_kontinentalnyh_vodoemov_naselenie (дата обращения 03.06.2019)

Источник: обращения

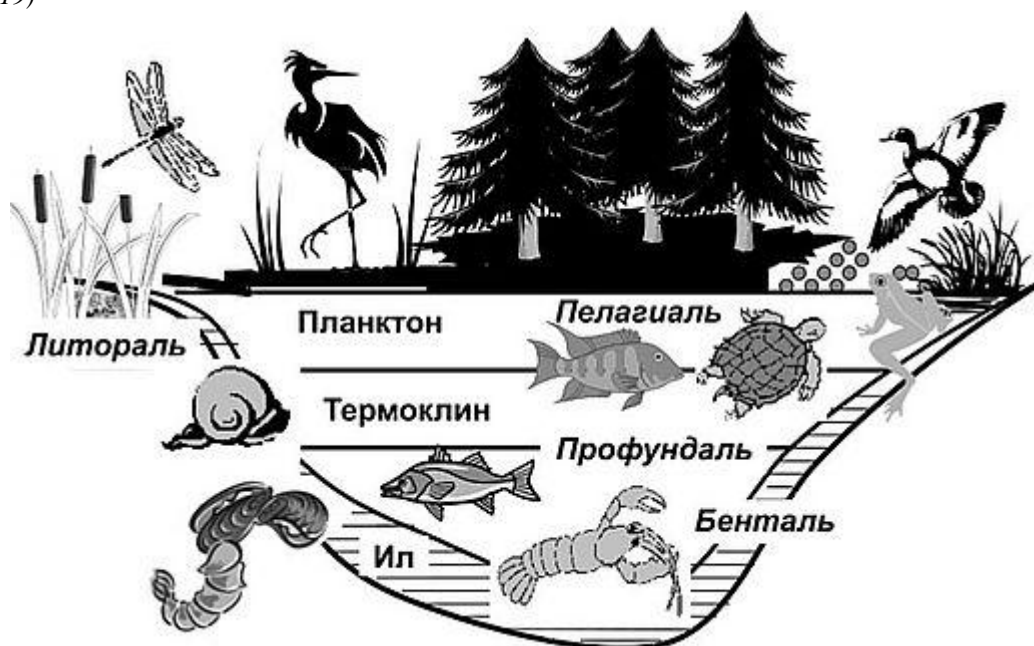


Рис. 3.2. Типичная экосистема пресноводного водоёма умеренных широт. https://studref.com/308668/ekologiya/unikalnye_svoystva_vody_vodnye_ekosistemy (дата обращения 03.06.2019)

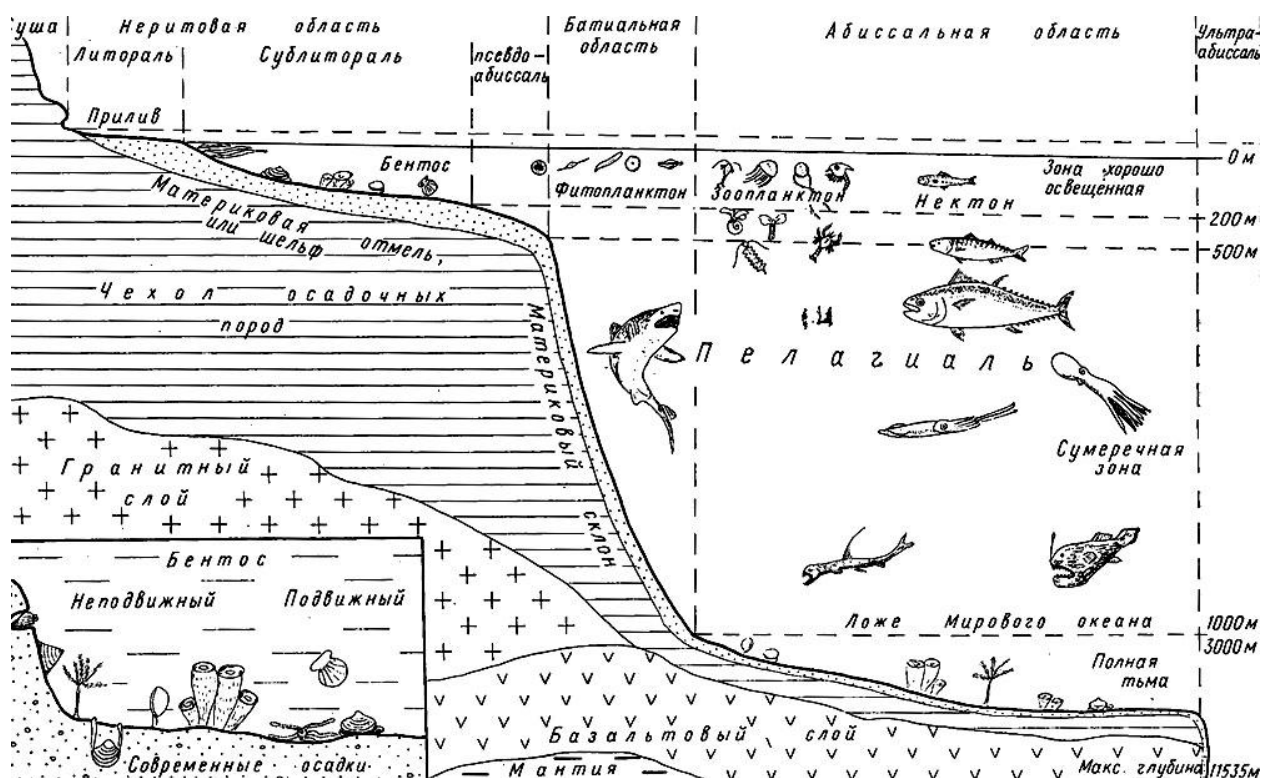


Рис. 3.3. Схематический профиль морского дна и биохимические зоны моря. Источник: <http://paleontologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000029/st008.shtml> (дата обращения 03.06.2019)

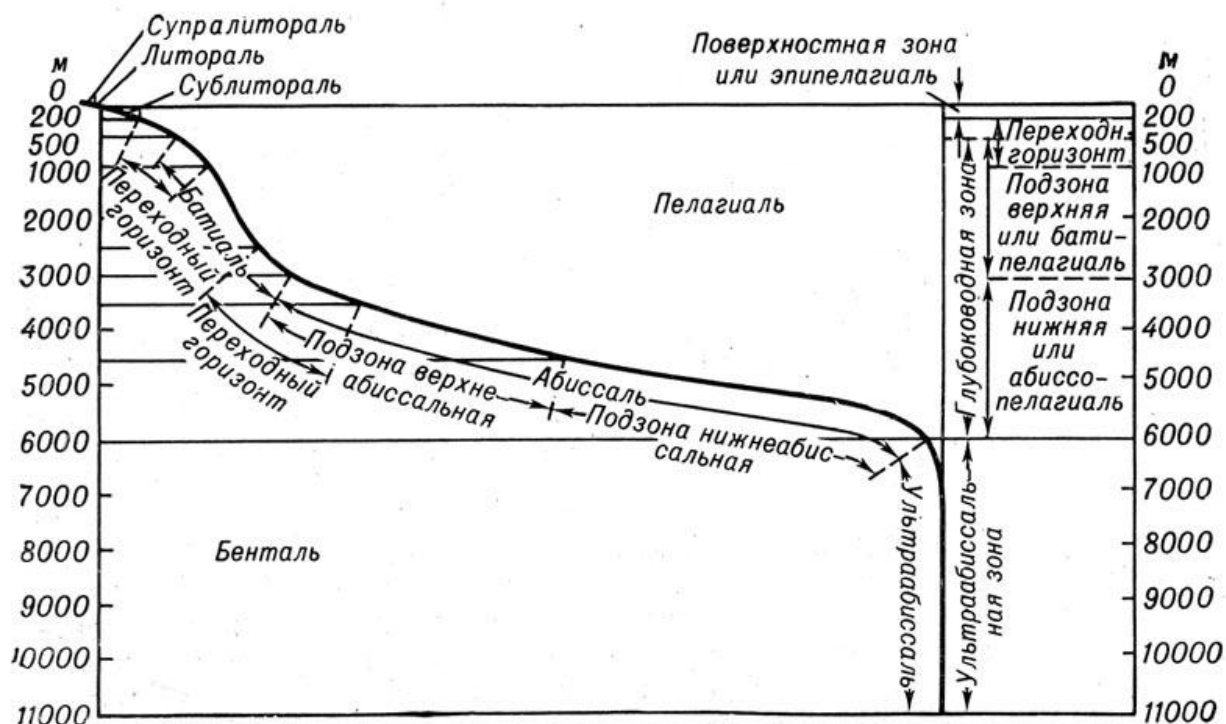


Схема вертикальной зональности океана, принятая в Институте океанологии Академии наук СССР.

Рис. 3.4. Схема вертикальной зональности океана. Источник: Краткая географическая энциклопедия, Том 4/Гл.ред. Григорьев А.А. М.:Советская энциклопедия - 1964, 448 с.

Темы для докладов-презентаций:

1. Основные представители растительного сообщества супралиторали и литорали.
2. Основные представители животного сообщества супралиторали и литорали.
3. Основные представители растительного сообщества сублиторали и литорали.
4. Основные представители животного сообщества сублиторали и литорали.

5. Основные представители животного сообщества абиссали.
6. Основные представители животного сообщества пелагиали арктических морей.
7. Основные представители животного сообщества тропических морей.

Практическая работа №4

Зарождение и эволюция жизни в масштабах геохронологической шкалы

Цель: сформировать представление об эволюционном развитии разных форм жизни на планете Земля.

Материалы: тетрадь для практических работ, письменные и чертежные инструменты, геохронологические таблицы.

Задание

1. Повторите лекционный материал.
2. Изучите прилагаемую геохронологическую шкалу, найдите абсолютный возраст каждой эры и составляющих их периодов в фанерозе и криптозое.
3. По материалам лекций, с привлечением дополнительной литературы, изучите важнейшие этапы развития жизни на планете.
4. Определите возрастные промежутки эпохальных событий в развитии жизненных форм, как важнейших рубежей эволюционного процесса.
5. Дайте объяснение появлению каждого из качественных эволюционных достижений в ходе докембрийской и послекембрийской эволюции.
6. Заполнить таблицу.

Таблица 4.1.

Эра	Период	Продолжительность, млн. лет	Эволюционные достижения в развитии живого	Причина качественного эволюционного скачка	Биотические формы жизни
Криптозой (докембрий)					
Архей					
Протерозой	Ранний				
	Средний				
	Поздний				
Фанерозой					
И т.д.					

Фанерозой

Эра	Период	Эпоха	Абсолютный возраст*, млн. лет	Продолжительность	
Кайнозой- ская	Четвертич- ный	Голоцен (соврем.)	0,01	0,01	
		Плейстоцен	1,6±0,5	1,5-1,6	
	Неогено- вый	Плиоцен	5,5±1	4-5	
		Миоцен	25±1	18-20	
	Палеоген- новый		Олигоцен	37±2	11-13
			Эоцен	55±2	18-20
Палеоцен			67±3	9-10	
Мезозой- ская	Меловой	Поздне меловая	100±5	35-40	
		Ранне меловая	137±5	35-40	
	Юрский	Позднеюрская	157±5	18-20	
		Среднеюрская и раннеюрская	200±5	35-40	
	Триасовый	Позднетриасовая	230±5	25-35	
		Среднетриасовая и раннетриасовая	245±10	15-20	
Палеозойская	Пермский	Позднепермская и среднепермская	260±10	25-30	
		Раннепермская	285±10	20-25	
	Каменноуголь- ный (карбон- вый)	Позднекарбонная и среднекарбонная	310±10	25-30	
		Раннекарбонная	350±10	35-40	
	Девонский	Позднедевонская	365 ±10	15-20	
		Среднедевонская	385 ±10	15-20	
		Раннедевонская	405 ±10	15-20	
	Силурийский	Позднесилурийская и раннесилурийская	440 ±10	35-45	
	Ордовикский	Позднеордовикская, среднеордовикская, раннеордовикская	500 ±15	45-65	
	Кембрийский	Позднекембрийская	530 ±15	25-30	
Среднекембрийский и раннекембрийский		40-50			

Криптозой

Протерозойск- ая**	Поздний протерозой (рифей)	Венд	650 ±50 950 ±50 1350 ±50 1600 ±50	80-120
		Поздний рифей		250-350
		Средний рифей		350-450
		Ранний рифей		200-300
	Ранний протерозой			900-1100
Археозойская			2500 ± 10 более 4000	более 1400

* Абсолютный возраст границ между всеми подразделениями геохронологической

Практическая работа №5
Строение вирусов, про- и эукариотических клеток

Цель: усвоить принципиальные различия в строении доклеточных и клеточных форм жизни.

Материалы: тетрадь для практических работ, письменные и чертежные инструменты, схемы ультраструктур бактериальной, грибной, растительной и животной клеток, схемы строения вирусов, фотографии препаратов растительных и животных клеток.

Задание

1. Повторите лекционный материал.
2. Рассмотрите схемы строения различных вирусов. Зарисуйте схему строения бактериофага.

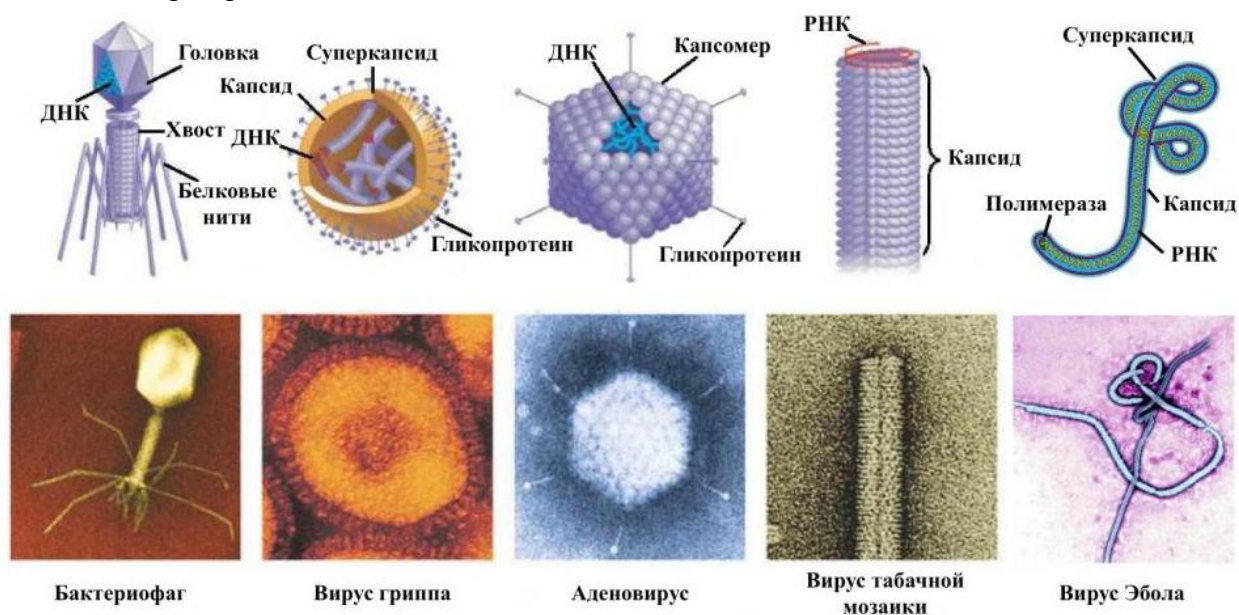


Рис. 5.1. Схемы строения и электронные микрофотографии различных вирусов. *Источник:* <https://estestvoznanye.ru/virusy-stroenie-i-svoystva-otlichiya-zhivogo-ot-nezhivogo> (дата обращения 03.06.2019)

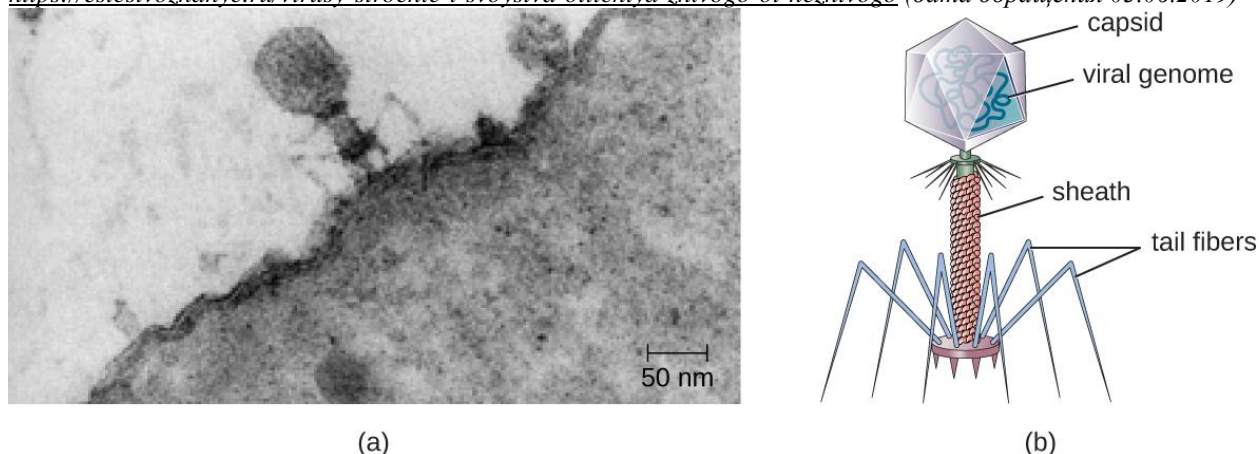


Рис. 5.2. Электронная микрофотография проникновения в клетку (а) и схема (б) строения бактериофага. *Источник:* <https://mccd.instructure.com/courses/4925/modules/items/101684> (дата обращения 03.06.2019)

3. Рассмотрите схемы и фотографии прокариотических и эукариотических клеток. Сравните их и найдите основные отличия. Заполните таблицы 5.1 и 5.2 используя лекцию, справочную литературу и схемы.

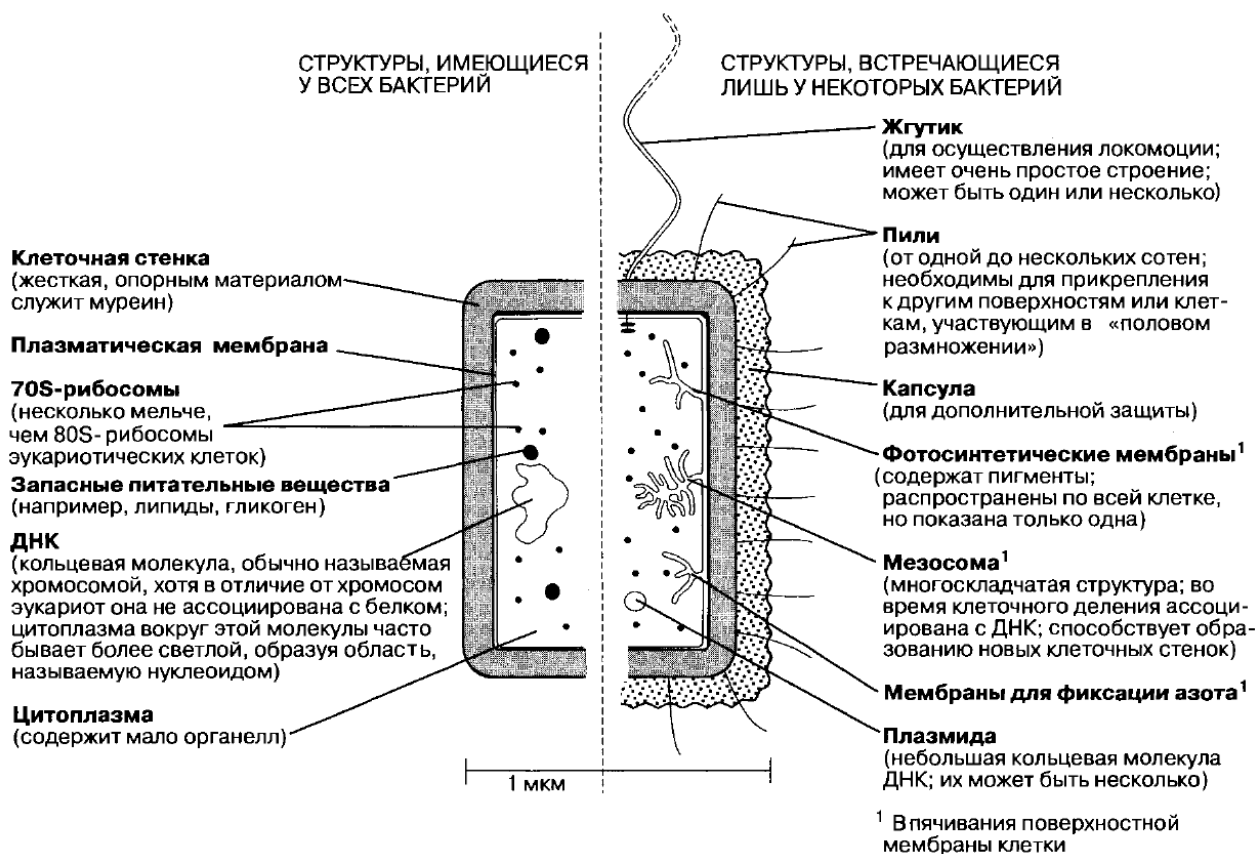


Рис. 5.3. Строение обобщенной палочковидной бактерии (типичной прокариотической клетки). (Из Тейлор, Грин, Стаут Биология в 3х томах, т.1)

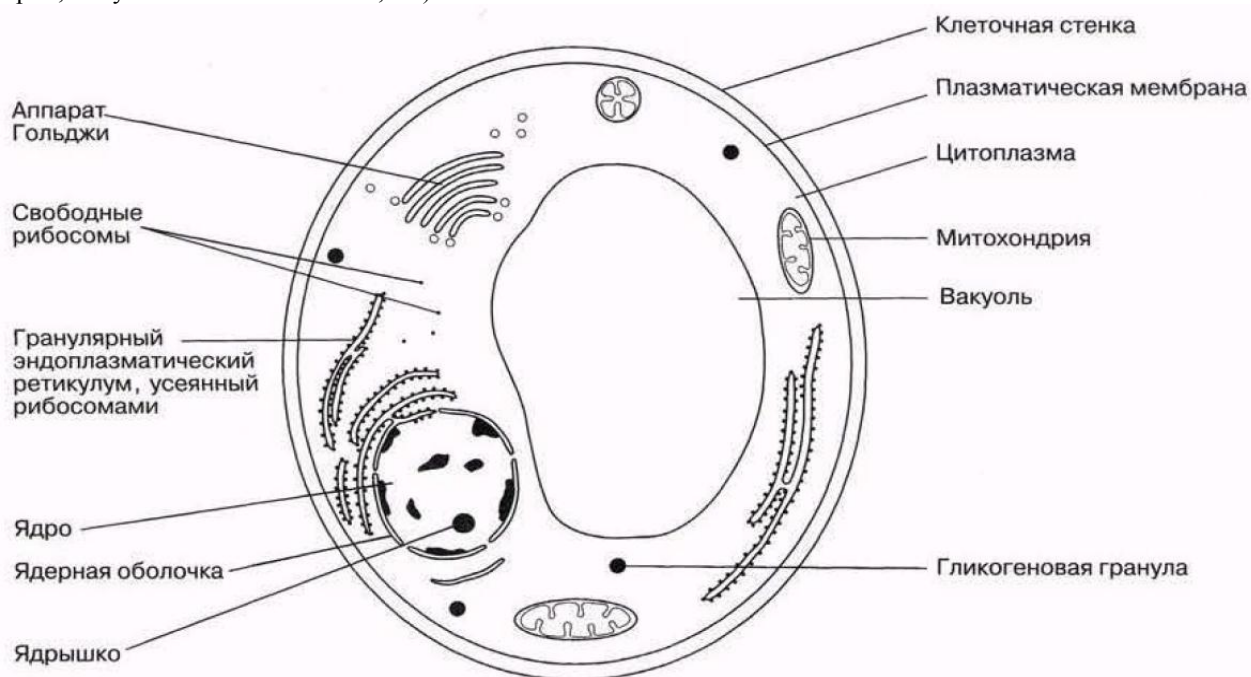


Рис. 5.4. Схематическое строение дрожжевой клетки. (Из Тейлор, Грин, Стаут Биология в 3х томах, т.1)

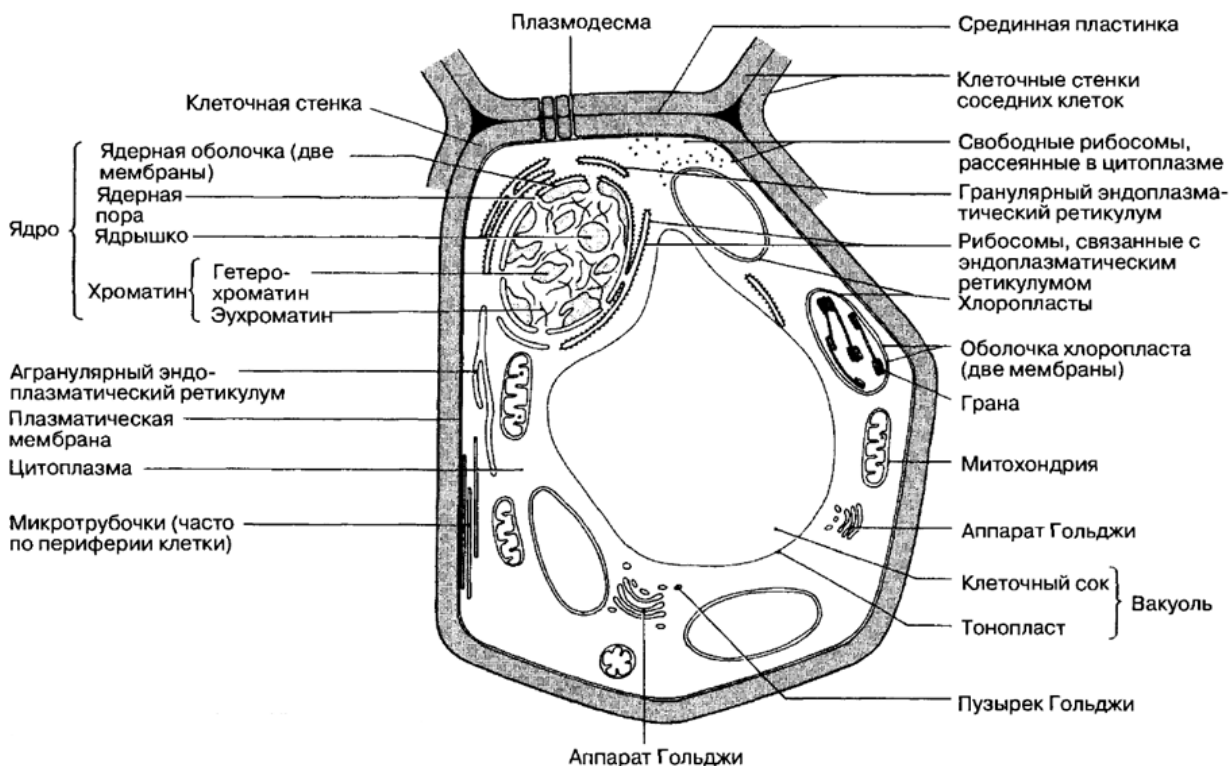


Рис. 5.5. Ультраструктура обобщенной растительной клетки. (Из Тейлор, Грин, Стаут Биология в 3х томах, т.1)

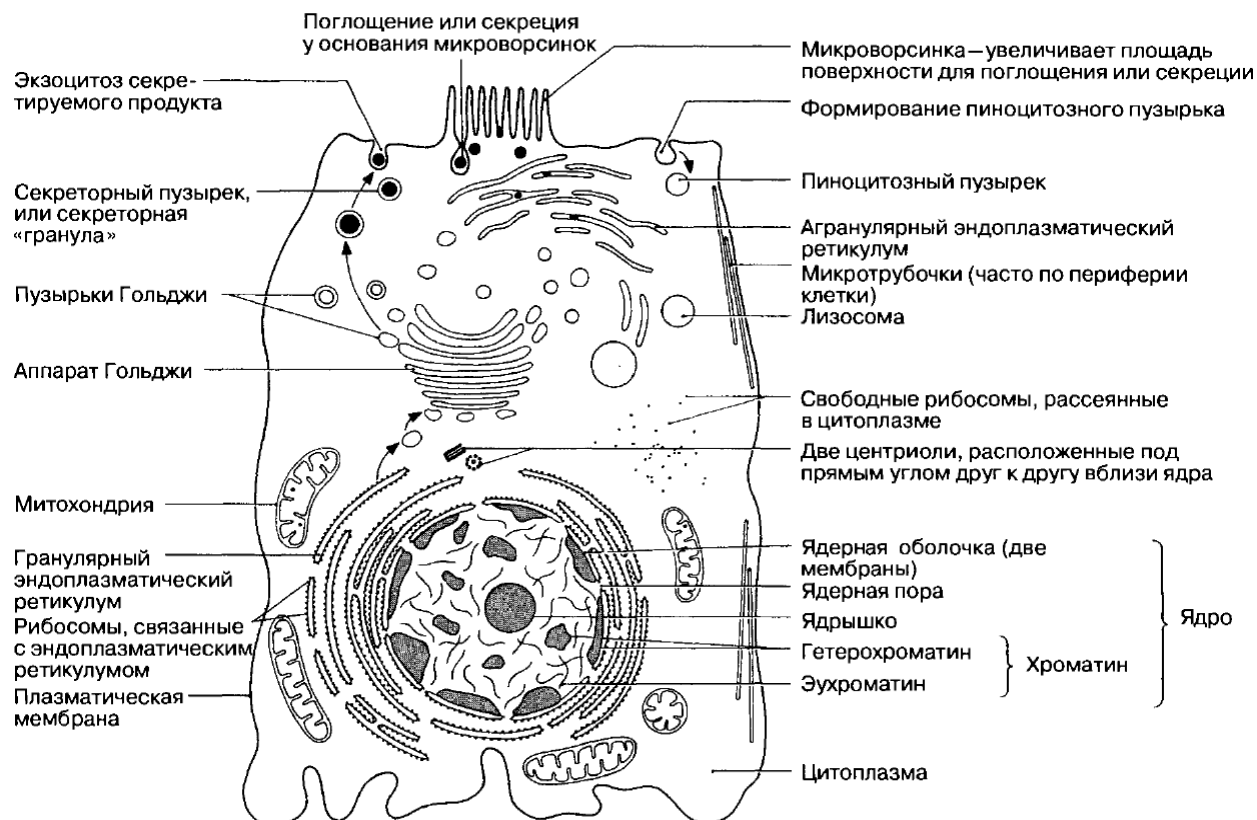


Рис. 5.6. Ультраструктура обобщенной животной клетки (типичной прокариотической клетки). (Из Тейлор, Грин, Стаут Биология в 3х томах, т.1)

Таблица 5.1.

Признак	Прокариотическая клетка	Эукариотическая клетка		
		Растительная	Животная	Грибная
Размеры клеток				

Форма				
Генетический материал				
Синтез белка				
Органеллы				
Включения				
Клеточные стенки				
Жгутики				
Способ питания				
Дыхание				
Фотосинтез				
Фиксация азота				

Таблица 5.2.

Органоид	Особенности строения	Выполняемая функция	Для каких клеток характерен (Б/Р/Ж/Г)

Практическая работа №6
Самосохранение биосистем: митоз и мейоз

Цель: усвоить принципы самосохранения биосистем.

Материалы: тетрадь для практических работ, письменные и чертежные инструменты, схемы митоза и мейоза.

Теоретические сведения

Митоз и его фазы

Митоз наиболее широко распространен в природе. Митоз лежит в основе деления всех неполовых клеток (эпителиальных, мышечных, нервных, костных и др.). Митоз состоит из четырех последовательных фаз. Благодаря митозу обеспечивается равномерное распределение генетической информации родительской клетки между дочерними. Период жизни клетки между двумя митозами называют интерфазой. Она в десятки раз продолжительнее митоза. В ней совершается ряд очень важных процессов, предшествующих делению клетки: синтезируются молекулы АТФ и белков, удваивается каждая хромосома, образуя две сестринские хроматиды, скрепленные общей центромерой, увеличивается число основных органоидов цитоплазмы.

В профазе спиралезуются и вследствие этого утолщаются хромосомы, состоящие из двух сестринских хроматид, удерживаемых вместе центромерой. К концу профазы ядерная мембрана и ядрышки исчезают и хромосомы рассредоточиваются по всей клетке, центриоли отходят к полюсам и образуют веретено деления. В метафазе происходит дальнейшая спирализация хромосом. В эту фазу они наиболее хорошо видны. Их центромеры располагаются по экватору. К ним прикрепляются нити веретена деления.

В анафазе центромеры делятся, сестринские хроматиды отделяются друг от друга и за счет сокращения нитей веретена отходят к противоположным полюсам клетки.

В телофазе цитоплазма делится, хромосомы раскручиваются, вновь образуются ядрышки и ядерные мембраны. В животных клетках цитоплазма перешнуровывается, в растительных – в центре материнской клетки образуется перегородка. Так из одной исходной клетки (материнской) образуются две новые дочерние.

Мейоз и его фазы

Мейоз – это деление в зоне созревания половых клеток, сопровождающееся уменьшением числа хромосом вдвое. Он состоит из двух последовательно идущих делений, имеющих те же фазы, что и митоз. Однако, как показано в таблице «Сравнение митоза и мейоза», продолжительность отдельных фаз и происходящие в них процессы значительно отличаются от процессов, происходящих при митозе.

Эти отличия в основном состоят в следующем.

В мейозе профазы I более продолжительна. В ней происходит конъюгация (соединение гомологичных хромосом) и обмен генетической информацией. В анафазе I центромеры, скрепляющие хроматиды, не делятся, а к полюсам отходит одна из гомологичных хромосом. Интерфаза перед вторым делением очень короткая, в ней ДНК не синтезируется. Клетки (гаметы), образующиеся в результате двух мейотических делений, содержат гаплоидный (одинарный) набор хромосом. Диплоидность восстанавливается при слиянии двух клеток – материнской и отцовской. Оплодотворенную яйцеклетку называют зиготой.

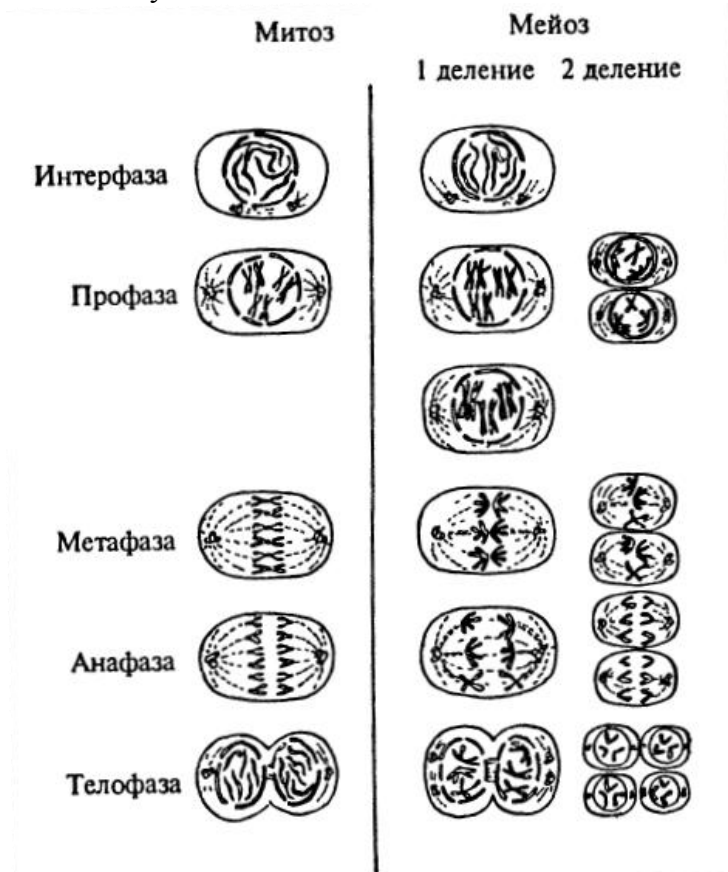


Рис. 6.1. Сравнение фаз митоза и мейоза

Задание

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом и повторите лекцию.
2. Рассмотрите рисунок 6.2 и укажите последовательность стадий митоза.
3. Рассмотрите рисунок 6.3 и укажите последовательность стадий мейоза.
4. Рассмотрите рисунки 6.4 и 6.5. Определите и посчитайте количество стадий митоза на фотографиях.
5. По материалам лекции и теоретическим сведениям заполните таблицу.

Таблица 6.1. Сравнение стадий митоза и мейоза

Фаза	Митоз	Мейоз 1	Мейоз 2

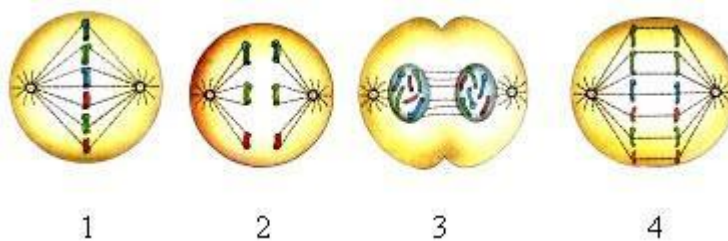


Рис. 6.2. Митоз

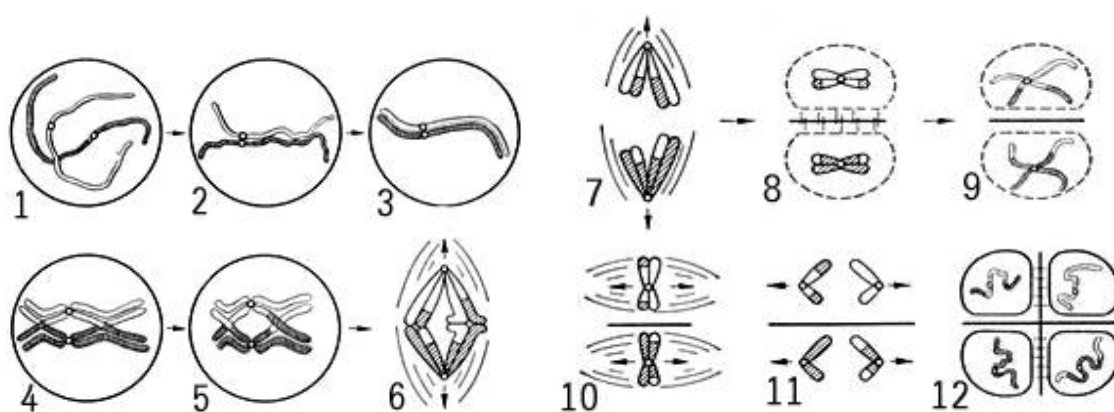
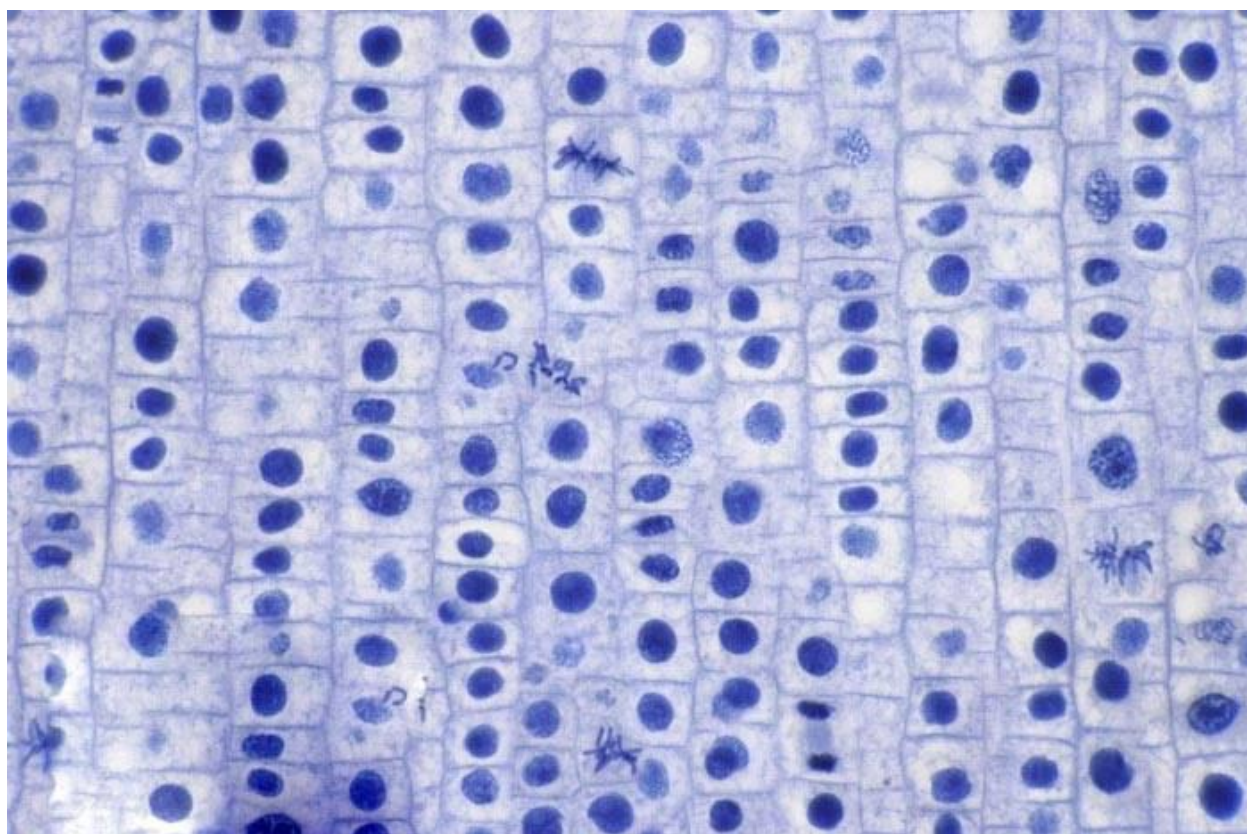


Рис. 6.3. Мейоз



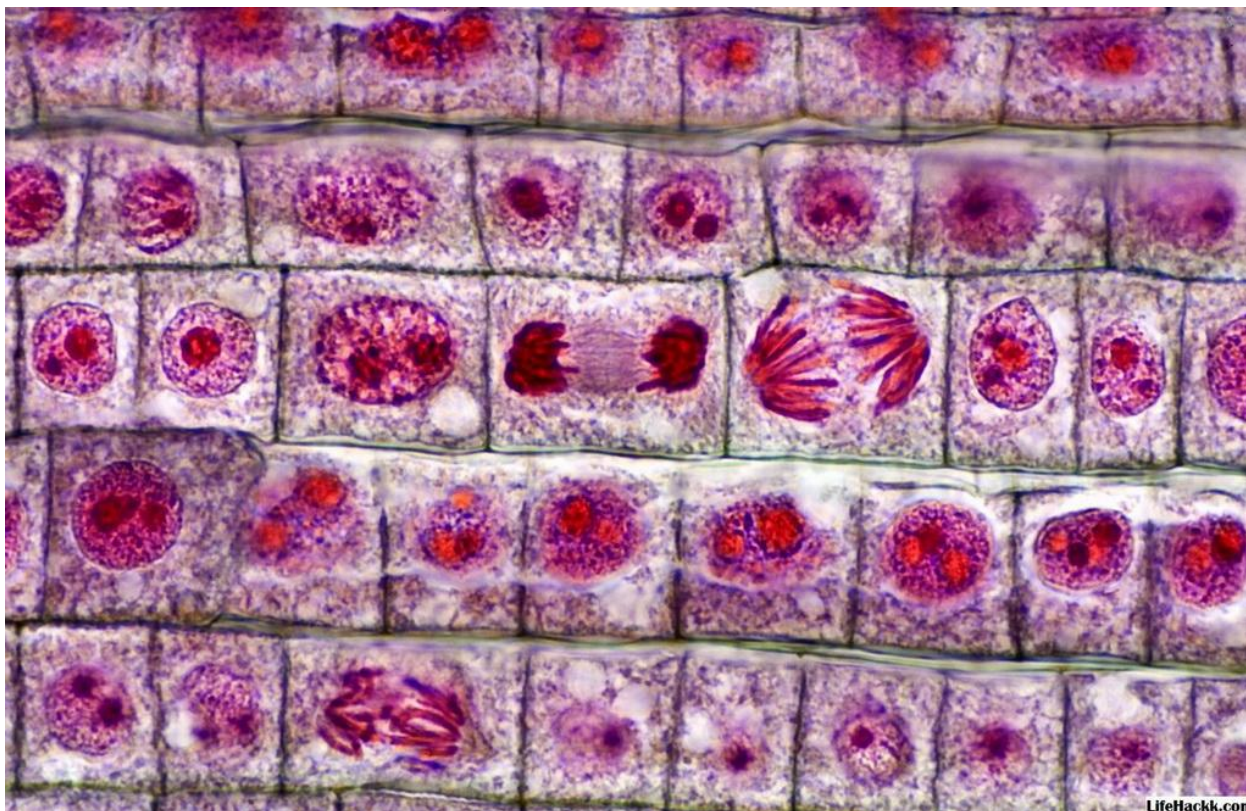


Рис. 6.4 и 6.5. Митоз в корешке лука

Практическая работа №7 *Биологическое разнообразие организмов (презентации)*

Цель: сформировать представление о многообразии живых организмов.

Материалы: тетрадь для практических работ, проекционное оборудование, атласы и определители различных систематических групп живых организмов.

Теоретические сведения

Анализ биологического разнообразия – новый путь контроля за состоянием живого покрова Земли, который из области научного познания с 1992 года перешел в сферу международных обязательств стран по сохранению разнообразия жизни на своих территориях, а также в область международного правового сотрудничества. Изучение и применение в практике экологического мониторинга, контроля качества окружающей среды, проводится через анализ биологического разнообразия наиболее достоверным способом. Термин «биоразнообразии» является сокращением сочетания слов «биологическое разнообразие». Разнообразие – это понятие, которое имеет отношение к размаху изменчивости или различий между некоторыми множествами или группами объектов. Биологическое разнообразие, следовательно, имеет отношение к разнообразию живого мира. Термин «биоразнообразии» обычно используется для описания числа, разновидностей и изменчивости живых организмов. В широком смысле этот термин охватывает множество различных параметров и является синонимом понятия «жизнь на Земле».

Биологическое разнообразие может рассматриваться на нескольких уровнях организации жизни: молекулярном, генетическом, клеточном, таксономическом, экологическом и других.

Термин «биоразнообразии» часто рассматривают как синоним «видового разнообразия», в частности «богатства видов», которое есть число видов в определенном

месте или биотопе. Общее биоразнообразие обычно оценивают как общее число видов в различных таксономических группах. На сегодняшний день описано около 1,5 млн. видов, тогда как, по оценкам специалистов, на планете сегодня обитает от 5 до 100 млн. видов.

Разнообразие организмов можно разделить на таксономическое, или филетическое (группировка по родству), и типологическое, или нефилетическое (группировки по тем или иным категориям признаков, несводимых к родству, например структурным, функциональным, структурно-функциональным, географическим, экологическим, синэкологическим и т.д.). Круг признаков, учитываемых в анализе типологического разнообразия, может быть неограниченно широк и зависит от задач исследования. Примером могут служить жизненные формы, стратегии жизни, ценотипы, типы метаболизма, сукцессионный статус видов (т.е. место в сукцессионных рядах или системах). Оценки таксономического и типологического разнообразий дополняют друг друга. Описание таксономического разнообразия (филума или биоты некоторой территории), обычно представляемое длинными систематическими списками, как правило, дополняется характеристикой каждого таксона по комплексу типологических признаков.

Сопряженность таксономического и типологического разнообразия ложится в основу организации базисных типологической информации об организмах. Однако информация о любом типе разнообразия поступает через виды как фундаментальные единицы биоразнообразия.

Контроль над биологическим разнообразием требует его измерения, а измерение только тогда становится возможным, когда качественные признаки могут быть описаны количественно, в величинах, которые можно сравнивать. Можно предположить, что разнообразие сообщества тропического леса больше разнообразия сообщества тайги. Видимая простота оценки разнообразия, однако, не позволяет удовлетвориться качественными сравнениями: более разнообразное и менее разнообразное сообщество. В экологии и математике разработано множество моделей и индексов для измерения разнообразия, которые требуют различной интерпретации.

Оценивание биологического разнообразия имеет важное прикладное значение, так как: 1) позволяет контролировать сохранение генетического потенциала; 2) дает представление о состоянии экосистем на определенной территории; 3) служит основой для разработки системы менеджмента отдельных видов.

Задание

1. Повторите лекционный материал. Ознакомьтесь с теоретическим материалом, разберите основные понятия по теме.
2. Подготовьте доклад с презентационным материалом по одной из ниже представленных тем.
3. Ознакомьтесь с различными типами определителей и атласов живых организмов. Освойте принципы пользования определителями и атласами.

Темы для докладов-презентаций:

1. Разнообразие вирусов.
2. Разнообразие архей и бактерий.
3. Разнообразие протистов (одноклеточных растений и животных).
4. Разнообразие водорослей (красные и бурые).
5. Разнообразие водорослей (зеленые и харовые).
6. Разнообразие наземных споровых растений (мхи, хвощи и плауны – современные и вымершие представители).
7. Разнообразие наземных споровых растений (папоротники – современные и вымершие представители).
8. Разнообразие голосеменных растений.
9. Разнообразие однодольных покрытосеменных растений.

10. Разнообразии двудольных покрытосеменных растений.
11. Разнообразии грибов.
12. Разнообразии лишайников.
13. Разнообразии губок, кишечнополостных животных и мшанок.
14. Разнообразии плоских червей.
15. Разнообразии первичнополостных животных.
16. Разнообразии кольчатых червей.
17. Разнообразии моллюсков.
18. Разнообразии иглокожих.
19. Разнообразии членистоногих: пауки, скорпионы и мечехвосты.
20. Разнообразии членистоногих: ракообразные.
21. Разнообразии членистоногих: насекомые.
22. Разнообразии хордовых: оболочники.
23. Разнообразии хордовых: бесчерепные и круглоротые.
24. Разнообразии хордовых: хрящевые и костные рыбы.
25. Разнообразии хордовых: амфибии.
26. Разнообразии хордовых: рептилии.
27. Разнообразии хордовых: птицы.
28. Разнообразии хордовых: млекопитающие.
29. Разнообразии хордовых: приматы.
30. Оценка биологического разнообразия.

Практическая работа №8 *Экологические системы и трофические цепи*

Цель: сформировать навыки расчета передачи энергии по трофическим уровням.

Материалы: тетрадь для практических работ, атласы и определители различных систематических групп живых организмов.

Теоретические сведения

Впервые представления об экологических системах сформулированы в 30-е гг. А. Тенсли (1935). В нашей стране близкое понятие о биогеоценозах сформулировал в 1944 г. В. Н. Сукачев (1880—1967). В наше время под экологическими системами понимают *совокупность живых и неживых элементов на определенной территории*. Экологические системы состоят из живых организмов (*биоценозов*) и среды обитания – *косной* (атмосфера) и *биокосной* (почва, водоем и т. д.). Примерами экологических систем являются озеро, лесной массив и т. д. От экосистем следует отличать *биоми*, под которыми понимают значительные сообщества организмов, приуроченные к определенным географическим районам с их климатическими и почвенными зонами.

Биотическая (живая) часть озера представлена организмами-производителями (*продуцентами*), организмами-потребителями (*консументами*) и организмами-разрушителями (*редуцентами*). Организмами-производителями являются автотрофы – прибрежная растительность, водные многоклеточные и одноклеточные плавучие растения (фитопланктон), живущие до глубин, куда еще проникает свет. Организмы-производители в процессе фотосинтеза синтезируют органическое вещество из воды и углекислого газа. Основным показателем мощности экосистемы является ее *продуктивность*, под которой понимают массу органического вещества в телах организмов-продуцентов. Продуктивность экосистемы зависит от количества света, воды, богатства почвы или воды органическими и минеральными соединениями.

Организмами-потребителями (консументами) органического вещества служат *гетеротрофы*, среди которых различают потребителей первого и второго порядка.

Первичными потребителями служат травоядные животные, вторичными – плотоядные, которые питаются первичными потребителями. Организмы-разрушители (редуценты) – это бактерии и грибы, которые разлагают «мертвую» протоплазму (органические соединения) клеток погибших организмов-производителей и организмов-потребителей вплоть до низкомолекулярных органических и неорганических соединений. Органические соединения затем используются самими организмами-разрушителями, а неорганические – зелеными растениями. Так в экологической системе в процессе ее функционирования происходит круговорот веществ и энергии.

Большинство экологических систем функционирует с участием человека. В связи с этим различают экологию отдельных индивидуумов и сообществ людей.

Экология отдельных индивидуумов заключается в том, что каждый индивидуум должен «подогнать» свою внутреннюю физиологию к меняющимся условиям среды обитания. Каждый индивидуум способен адаптироваться к измененным климатическим условиям. Все это приводит к тому, что между внутренней физиологией индивидуума и условиями окружающей среды устанавливается *динамический эквilibrium*.

Все элементы экологических систем объединены между собой цепями питания (*трофические цепи*), под которыми понимают передачу заключенной в пище энергии первоначального источника (Солнца) через организмы-потребители к организмам-разрушителям.

Важнейшей особенностью цепей питания является то, что их количество в каждой экосистеме ограничено, поскольку в каждом звене каждой цепи питания происходит потеря энергии при ее передаче. В результате этого продукция вещества понижается на каждом звене цепи. Например, 10 000 кг водорослей достаточно для накопления вещества в количестве 1000 кг водных членистоногих, а 10 кг рыбы – для накопления 1 кг вещества человека. Таким образом, пищевая цепь представляется в виде пирамиды, состоящей из нескольких трофических уровней. У основания расположены фотосинтезирующие бактерии, которые являются пищей для следующего уровня, а эти организмы являются пищей для последующего уровня и т. д.

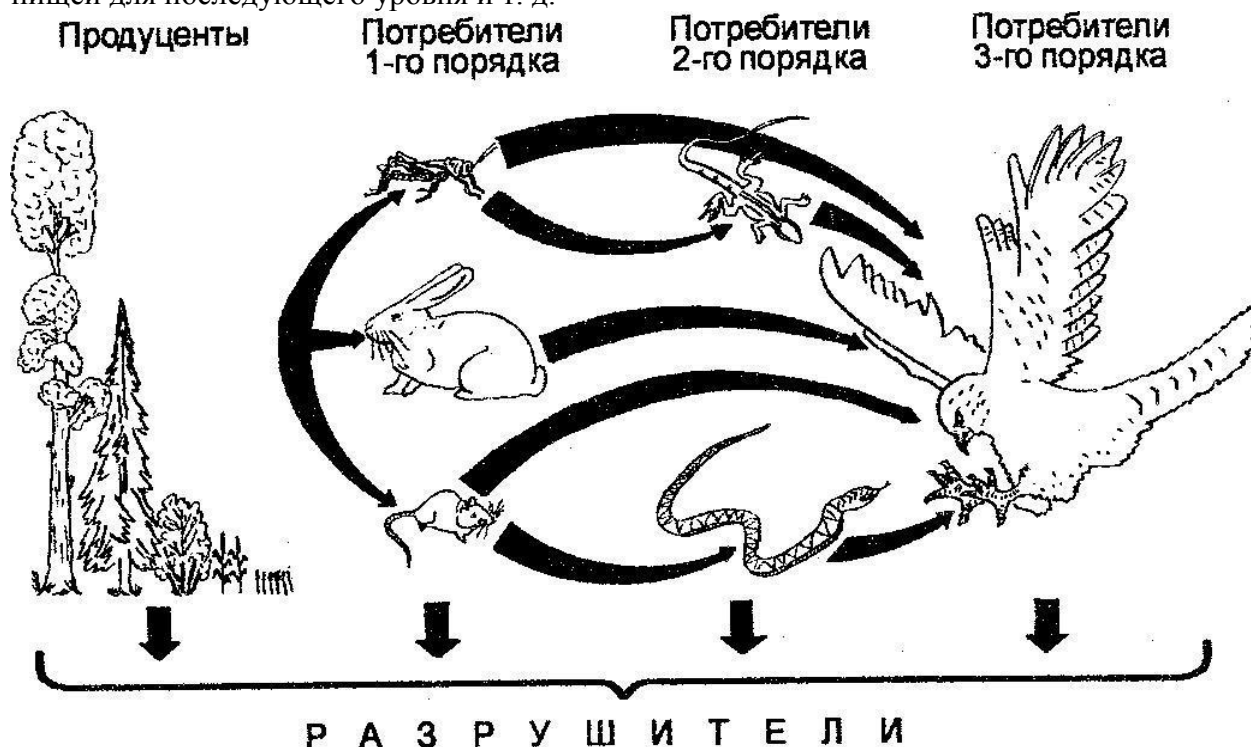


Рис. 8.1. Схема трофической цепи

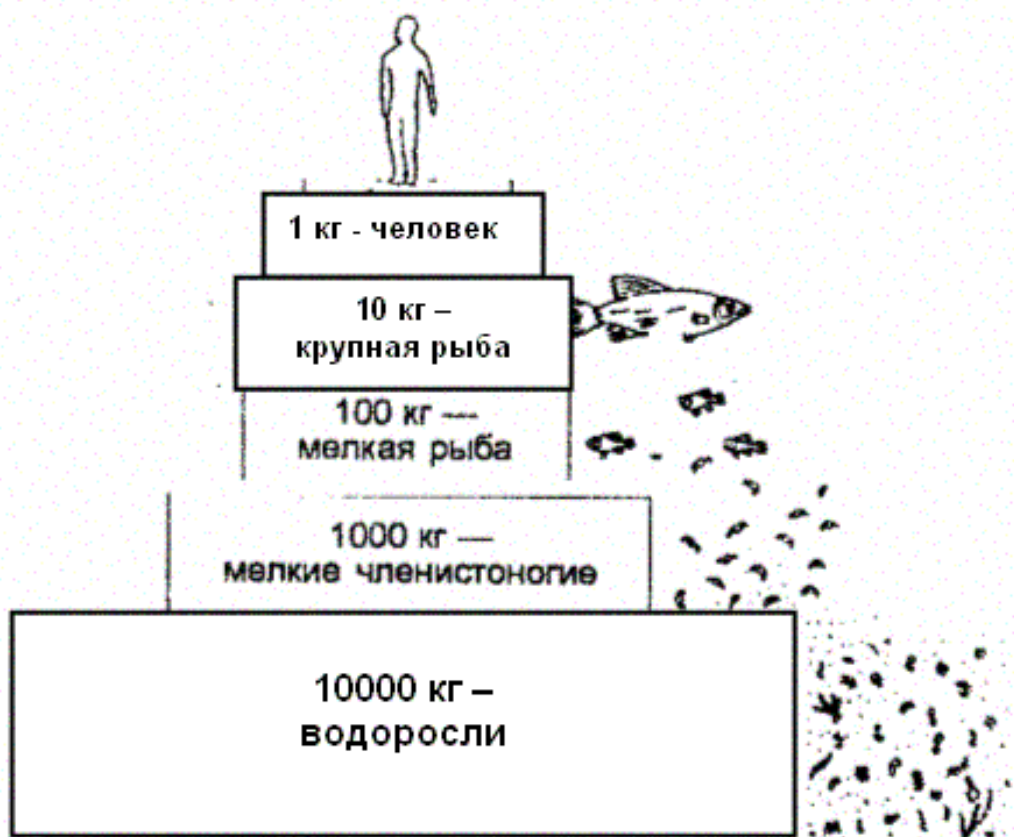


Рис. 8.2. Пирамида биомассы

Задание

1. Ознакомиться с теоретическим материалом и усвоить основные понятия по теме.

2. Рассмотреть и объяснить представленные схемы экологической системы (рис. 8.1) и пирамиды биомасс (рис. 8.2). Уметь найти на пирамиде каждое из экологических понятий.

3. Составить (на основе атласов и определителей) и объяснить схему наземной (из 4-5 трофических уровней с включением продуцентов) или водной пищевой цепи (состоящую из 5-7 трофических уровней с включением продуцентов), на её основе построить пирамиду биомасс, принимая во внимание, что начальная продуктивность составляет следующее количество органического вещества:

1. 9500 кг
2. 9000 кг
3. 8500 кг
4. 8000 кг
5. 7500 кг
6. 7000 кг
7. 6500 кг
8. 6000 кг
9. 5500 кг
10. 5000 кг
11. 4500 кг
12. 4000 кг
13. 3500 кг
14. 3000 кг

15. 2500 кг

Практическая работа №9
Биотические связи

Цель: сформировать представление о взаимоотношениях между организмами.

Материалы: тетрадь для практических работ, атласы и определители различных систематических групп живых организмов.

Теоретические сведения

Среди огромного разнообразия взаимосвязей живых существ выделяют определенные типы отношений, имеющие много общего у организмов разных систематических групп.

1. *Симбиоз* – сожительство (от греч. сим - вместе, биос - жизнь) - форма взаимоотношения, из которых оба партнера или хотя бы один извлекают пользу.

Симбиоз подразделяется на:

- *Мутуализм* - форма симбиоза, при которой присутствие каждого из двух видов становится обязательным для обоих, каждый из сожителей получает относительно равную пользу, и партнеры (или один из них) не могут существовать друг без друга.
- *Протокооперация* - форма симбиоза, при которой совместное существование выгодно для обоих видов, но не обязательно для них. В этих случаях отсутствует связь именно этой, конкретной пары партнеров.
- *Комменсализм* - форма симбиоза, при которой один из сожителей видов получает какую-либо пользу, не принося другому виду ни вреда, ни пользы.

Комменсализм, в свою очередь, подразделяется на квартиранство, сотрапезничество, нахлебничество.

Квартиранство – форма комменсализма, при которой один вид использует другой (его тело или его жилище) в качестве убежища или своего жилья. Особую важность приобретает использование надежных убежищ для сохранения икры или молоди.

Сотрапезничество – форма комменсализма, при которой несколько видов потребляют разные вещества или части одного и того же ресурса.

Нахлебничество – форма комменсализма, при которой один вид потребляет остатки пищи другого.

2. *Нейтрализм* – тип биотической связи, при которой совместно обитающие на одной территории организмы не влияют друг на друга. При нейтрализме особи разных видов не связаны друг с другом непосредственно.

3. *Антибиоз* – тип биотической связи, когда обе взаимодействующие популяции (или одна из них) испытывают отрицательное влияние друг друга. Антибиоз подразделяется на аменсализм, хищничество, конкуренцию и паразитизм.

- *Аменсализм* – форма антибиоза, при которой один из совместно обитающих видов угнетает другой, не получая от этого ни вреда, ни пользы.

- *Хищничество* – тип антибиоза, при котором представители одного вида питаются представителями другого вида.

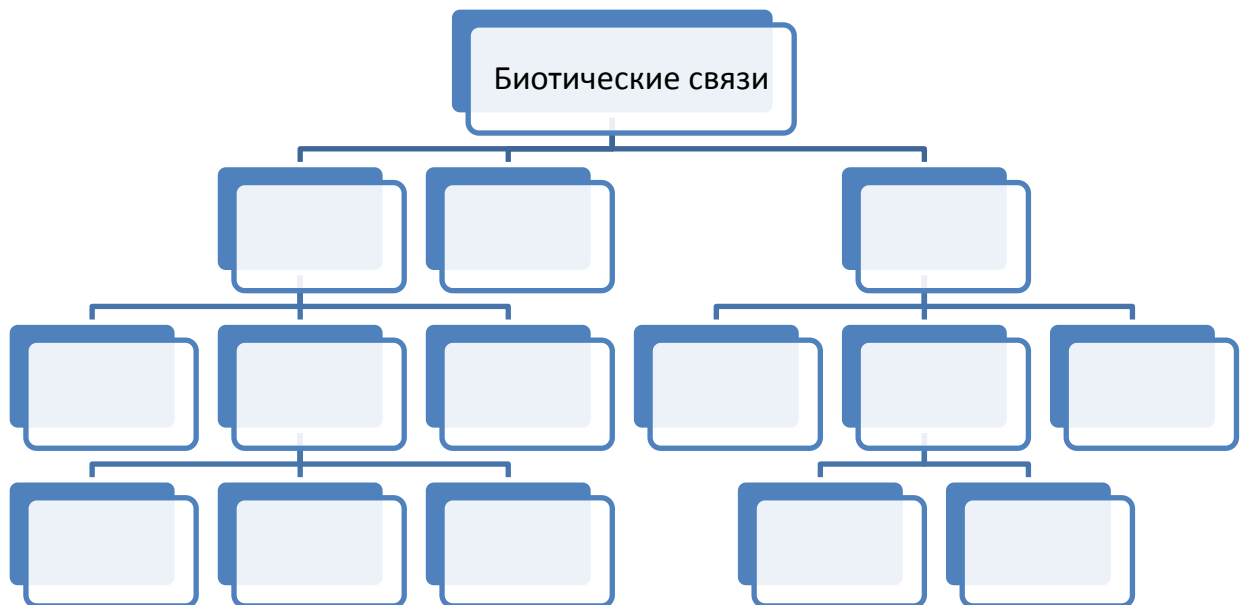
- *Конкуренция* – тип биотических взаимоотношений, при котором организмы или виды соперничают друг с другом в потреблении одних и тех же обычно ограниченных ресурсов. Конкуренцию подразделяют на внутривидовую и межвидовую.

- *Паразитизм* – форма антибиоза, когда представители одного вида используют питательные вещества или ткани особей другого вида, а также его самого в качестве временного или постоянного местообитания.

Все перечисленные формы биологических связей между видами служат регуляторами численности животных и растений в сообществе, определяя его устойчивость.

Задания

1. Ознакомиться с представленным теоретическим материалом
2. Изучить и заполнить схему биотических связей между живыми организмами.
3. По сведениям из литературы дать краткую описательную характеристику каждого типа отношений между организмами. Привести соответствующие примеры. Указать список литературы.



Практическая работа №10

Направление потока энергии и вещества по трофическим уровням в Баренцевом море
(по :Дробышева, 1996)

Цель: изучить схему пищевой цепи в пелагиали Баренцева моря.

Материалы: тетрадь для практических работ, атласы и определители различных систематических групп живых организмов Баренцева моря.

Теоретические сведения

Закон однонаправленности энергии в трофических цепях гласит, что энергия, получаемая сообществом и экосистемой, усваивается продуцентами, а затем частично рассеивается в виде тепла, частично вместе с их биомассой передаётся консументам первого, второго и т.д. порядка, а также редуцентам. На каждом из трофических уровней в результате процессов, направленных на самоподдержание или "дыхание" экосистемы часть энергии теряется. С одного трофического уровня на другой передаётся в среднем 10 % запасённой энергии, поэтому увеличение числа уровней трофической пирамиды весьма ограничено. Обычно 4-5 уровней, в наиболее развитых пелагических системах Мирового Океана до 7 уровней.

Величина 10% передачи энергии между двумя смежными трофическими уровнями представляет собой *среднеглобальную* характеристику, и в конкретной экосистеме или трофической сети может существенно отклоняться, в среднем изменяясь в диапазоне 7-17%. Сам такой феномен *устойчивости* энергопотерь в случае её *каскадного переноса*, в экологии известен как закон Р. Линдемана о переносе энергии в трофических сетях. Само

явление однонаправленности перехода "высококачественной" энергии в рассеянное тепло, известно как *закон необратимости* или *РОСТА ЭНТРОПИИ*, постулируемый 2-м началом термодинамики о направлении самопроизвольных процессов в системах.

Энергетическая функция редуцентов – окончательное освобождение минеральных компонентов и перевод их в формы, доступные для продуцентов.

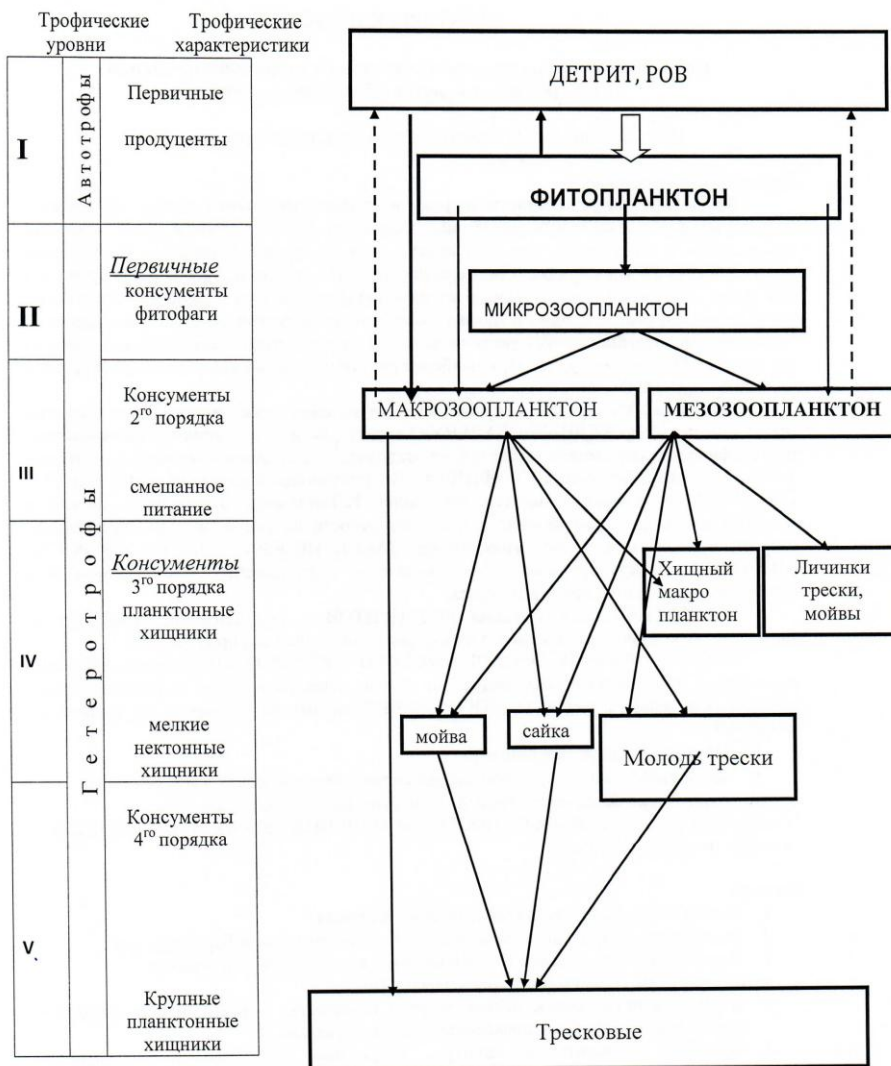
Согласно *правилу экологического дублирования*, смещение одних исчезающих или вымирающих видов, на другие, аналогичные им в функционально-ценотическом плане, в рамках *одного уровня* экологической пирамиды, происходит по схемам:

- "мелкий" сменяет "крупного";
- эволюционно низко организованный сменяет более высокоорганизованного;
- генетически более мутабельный- замещает более устойчивые и т.п.

Существует и правило *неизбежности заполнения экологической ниши* – которая не может пустовать.

Задание

1. Усвоить представленный теоретический материал.
2. Рассмотреть и зарисовать схему пищевой цепи в пелагиали Баренцева моря.
3. Иметь чёткое представление о направлении потока энергии и веществ по трофическим уровням (по :Дробышева, 1996).
4. Объяснить превращение потока энергии и вещества в пищевой цепи Баренцева моря в соответствии с направлением стрелок на схеме.
5. Привести аргументы в защиту сохранения или, напротив, разрушения действующей пищевой цепи. Как каждый из этих вариантов отразится на продуктивности Баренцева моря?
6. Какие практические меры необходимо предпринимать для сохранения высокой продуктивности водных объектов?



Практическая работа №11 Обмен веществ и энергии в клетках

Цель: изучить этапы и схему химического процесса метаболического «дыхания» в процессе расщепления пищевых веществ.

Материалы: тетрадь для практических работ, схемы гликолиза и цикла Кребса.

Теоретические сведения

(по А. П. Пехову, 2000, Биология с основами экологии)

Подготовка энергии к использованию, т. е. генерирование (извлечение) энергии из пищевых веществ осуществляется в процессе дыхания, под которым понимают окисление (расщепление) молекул-энергосителей, т. е. «топливных» молекул, при котором роль конечного акцептора электронов выполняет O_2 , а донором электронов является органическое или неорганическое соединение. Процесс подготовки энергии к использованию протекает в *три последовательные стадии*.

Стадия 1.

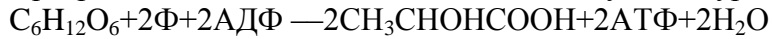
- крупные молекулы полисахаридов гидролизуются до простых Сахаров;
- жиры разлагаются на глицерол и жирные кислоты;
- белки гидролизуются до аминокислот.

Стадия 2.

Распад малых молекул до еще более простых структур, играющих уже ключевую роль в метаболизме.

Процесс генерирования энергии в животных клетках (извлечения ее из субстрата) осуществляется с участием митохондрий и начинается с гликолиза (от греч. *glycos* - сахар и *lysis* - растворение), который представляет собой окисление глюкозы. Окисление глюкозы начинается в анаэробных условиях дыхания (при отсутствии кислорода) с частичного расщепления ее шестиуглеродной молекулы и заканчивается образованием двух трехуглеродных молекул пировиноградной кислоты.

Превращения глюкозы можно описать следующим уравнением:



У большинства организмов гликолиз служит одним из центральных метаболических путей и состоит из десяти последовательных химических реакций, протекающих в цитоплазме (цитозол). Вначале глюкоза превращается через глюкозо-6-фосфат во фруктозо-1,6-дифосфат в результате фосфорилирования. Эти реакции нуждаются в АТФ и являются подготовительными в образовании АТФ. В частности, на превращение каждой молекулы глюкозы в этих реакциях затрачивается по две молекулы АТФ.

На следующих этапах фруктозо-1,6-дифосфат через ряд химических реакций, представленных на схеме, превращается в 3-фосфоглицерат.

Последний этап гликолиза связан с превращением 3-фосфоглицерата в пируват и образованием второй молекулы АТФ.

Далее образуется ацетильная часть ацетил-КоА, являющегося производным кофермента А. В результате этих реакций образуются молекулы АТФ.

На уровне ацетил-КоА в метаболический путь могут вступать также жирные кислоты и аминокислоты.

При анаэробных условиях пировиноградная кислота превращается в молочную кислоту (лактат) или в этиловый спирт (этанол), или в пропионовую кислоту.

Последовательность реакций, в процессе которых глюкоза превращается в пируват, сходна в клетках всех видов у всех организмов. Биологическое значение гликолиза заключается в том, что он генерирует молекулы АТФ. В результате распада глюкозы образуются строительные блоки, используемые для синтеза клеточных структур. Оба эти процесса регулируются скоростью превращения глюкозы в пируват. Однако, роль пирувата в генерировании энергии обмена веществ различна в разных клетках и разных организмах.

У аэробных организмов гликолиз, осуществляемый в цитозоле выполняет роль своего рода процесса прелюдии к дальнейшему окислению, ибо при аэробном дыхании (в присутствии кислорода) окисление идет дальше и осуществляется уже в митохондриях в так называемом цикле Кребса (цикле трикарбоновых кислот или цикле лимонной кислоты) и в цепи переноса электронов, цикл Кребса является конечным путем окисления топливных молекул, причем не только глюкозы и других углеводов, но и жирных кислот и аминокислот. *Следовательно, «топливом» для окисления в митохондриях являются пируват и жирные кислоты.* Включение в этот окислительный путь осуществляется на уровне кофермента (ацетил-КоА), т. е. происходит с образования ацетил-КоА в митохондриальном матриксе, в результате окислительного декарбоксилирования пирувата или распада жирных кислот до двууглеродных групп. Ацетил-КоА обладает высоким потенциалом переноса ацетильных групп. *Следовательно, топливные молекулы вступают в цикл Кребса в виде ацетил-КоА.*

Стадия 3.

Полное окисление ацетильного компонента ацетил-КоА до CO_2 в цикле Кребса. На этой стадии образуется основная часть АТФ.

Биологическое значение цикла Кребса заключается не только в том, что он является завершающим этапом в генерировании энергии, но и в том, что он «поставляет» промежуточные продукты для биосинтеза.

Цикл Кребса действует только в аэробных условиях по той причине, что для него необходимы НАД и ФАД, регенерирование которых происходит при переносе электронов НАД·Н и ФАД·Н₂ на О₂ по цепи транспорта электронов, сопровождаемом одновременным образованием АТФ.

Многоступенчатость транспорта электронов от НАД·Н или ФАД·Н₂ к О₂ по цепи многочисленных переносчиков сопровождается выбросом протонов из митохондриального матрикса и генерированием на внутренней митохондриальной мембране протон-движущей силы (мембранного потенциала), измеряемой в милливольтгах. На внутренней поверхности митохондриальной мембраны протондвижущая сила равна 220 микровольтам.

В процессе обратного перехода протонов в митохондриальный матрикс происходит синтез АТФ.

Следовательно, окисление НАД·Н и ФАД·Н₂ и фосфорилирование АДФ в АТФ сопряжены по той причине, что они обеспечиваются протонным градиентом через внутреннюю мембрану митохондрий. Это сопряжение называют дыхательным контролем.

Потенциальные возможности окисления в митохондриях очень большие, т. к. последние обеспечивают производство почти всего АТФ в клетках млекопитающих.

Задание

1. Усвоить предложенный теоретический материал.
2. Уметь изобразить и объяснить предложенные схемы.

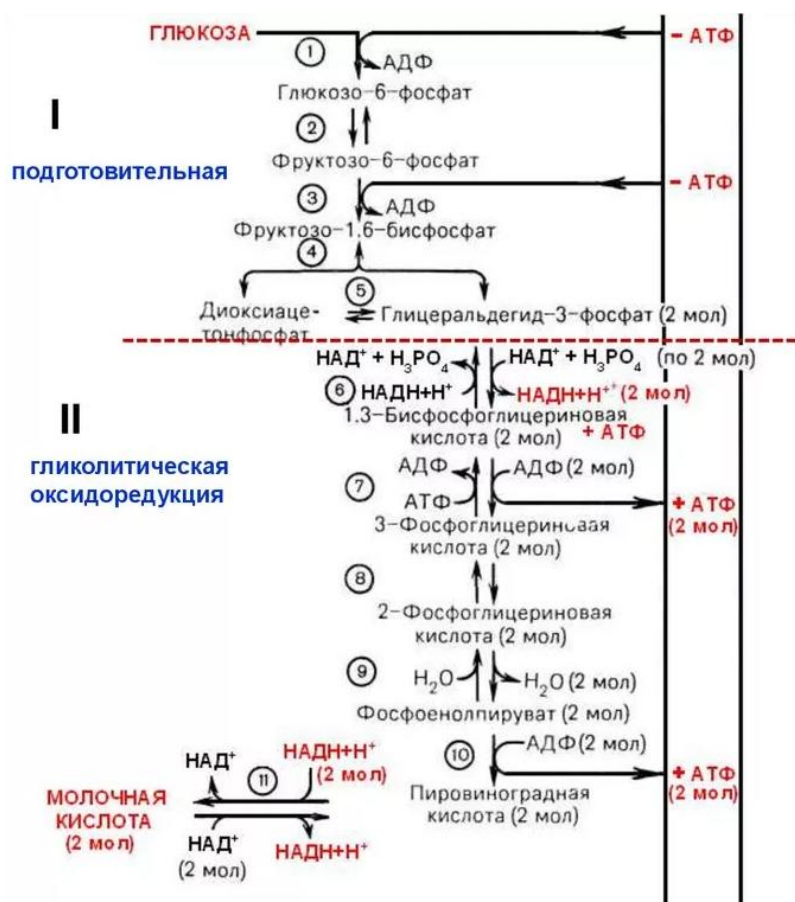


Рис. 11.1. Общая схема гликолиза

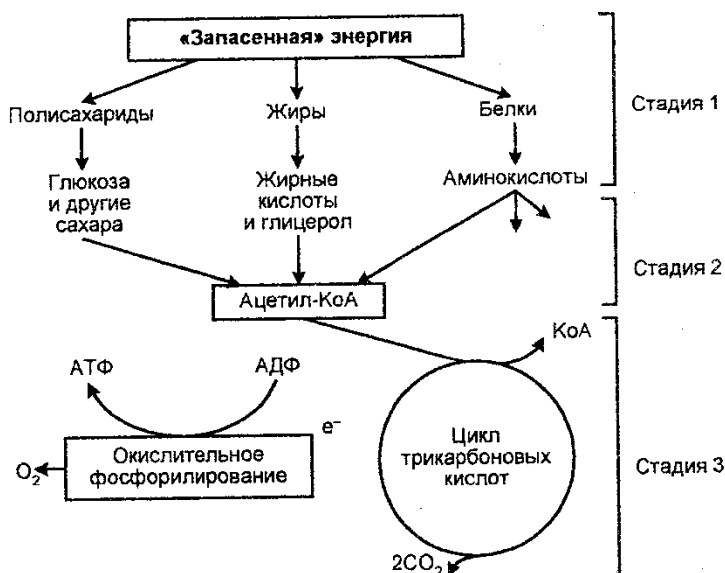


Рис. 11.2. Подготовка энергии к использованию

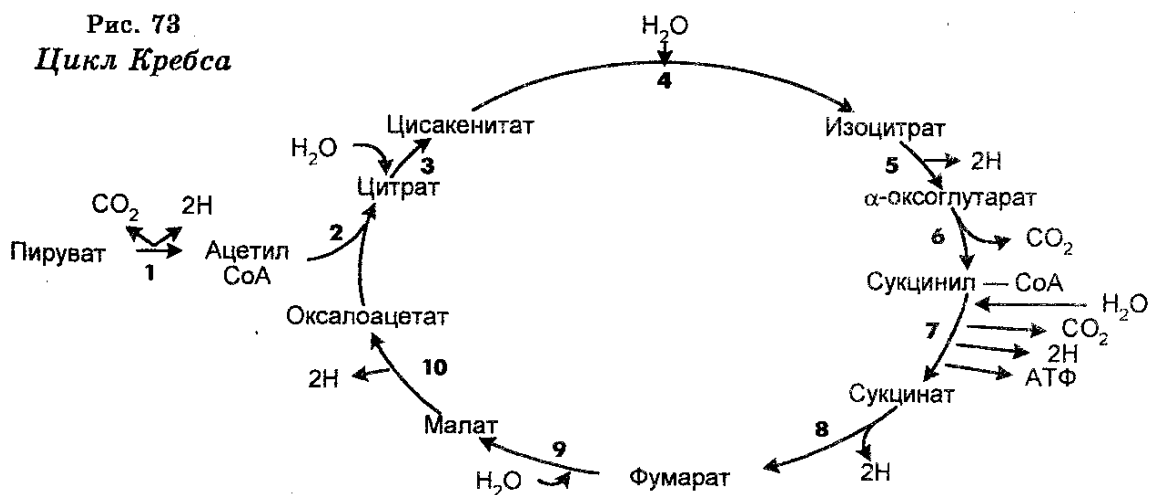


Рис. 11.2. Цикл Кребса

Практическая работа №12 Фотосинтез

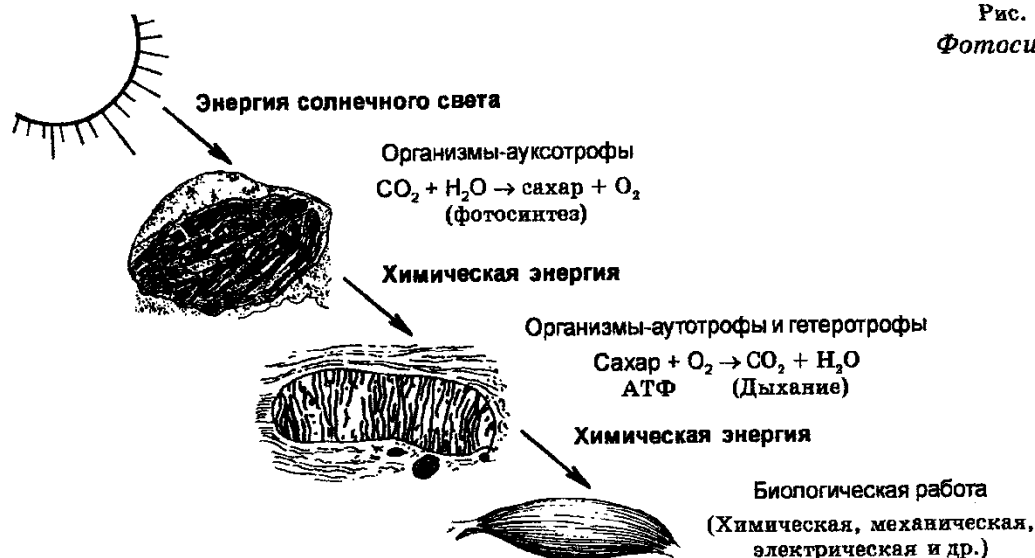
Цель: закрепить знания о схеме фотосинтеза.

Материалы: тетрадь для практических работ.

Теоретические сведения

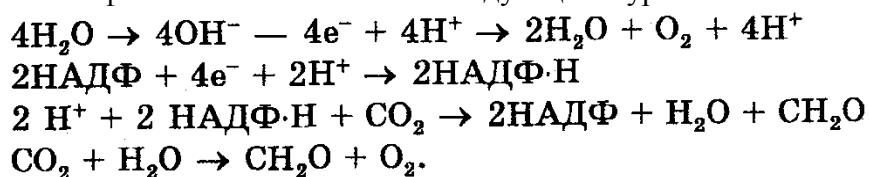
(по А. П. Пехову, 2000, Биология с основами экологии)

Фотосинтез — это синтез органических соединений в листьях зеленых растений из воды и углекислого газа атмосферы с использованием солнечной (световой) энергии, адсорбируемой хлорофиллом в хлоропластах. Благодаря фотосинтезу происходит улавливание энергии видимого света и превращение ее в химическую энергию, сохраняемую (запасаемую) в органических веществах, образуемых при фотосинтезе. Значение фотосинтеза гигантское. Отметим лишь, что он поставляет топливо (энергию) и атмосферный кислород, необходимые для существования всего живого. Следовательно, роль фотосинтеза является планетарной.

Рис. 70
Фотосинтез

Планетарность фотосинтеза определяется также тем, что благодаря круговороту кислорода и углерода (в основном) поддерживается современный состав атмосферы, что в свою очередь определяет дальнейшее поддержание жизни на Земле. Можно сказать далее, что энергия, которая запасается в продуктах фотосинтеза, есть по существу основной источник энергии, которым сейчас располагает человечество.

Химию фотосинтеза описывают следующими уравнениями:



Как отмечено выше, фотосинтез происходит в хлоропластах зеленых растений.

Фотосинтез начинается с улавливания и поглощения света пигментом хлорофиллом, содержащимся в хлоропластах клеток зеленых растений. Когда свет падает на молекулу хлорофилла, то один из ее электронов оказывается в возбужденном состоянии. Другими словами, он переходит на более высокий энергетический уровень. Возбужденные электроны передаются затем другими молекулами, в результате чего повышается свободная энергия молекулы-акцептора, а «брешь», образованная в молекуле хлорофилла, заполняется электроном, поступающим из воды. Последняя при этом окисляется, в результате чего выделяется молекулярный кислород. Таким образом, в молекулах хлорофилла световая энергия переводит электроны на более высокий энергетический уровень. Хлорофилл является промежуточным соединением на пути электронов от низкоэнергетического уровня в молекулах воды к высокоэнергетическому уровню в конечном акцепторе электронов.

В переходе электронов на высокий энергетический уровень участвуют две содержащиеся в хлоропластах фотосистемы, образованные хлорофиллом и особыми белками — фотосистема I, активируемая далеким красным светом (-700 нм) и фотосистема II, активируемая красным светом с более высокой энергией (-650 нм), т. е. этот переход происходит в два этапа при использовании света. Реакции, протекающие на этих этапах, получили название световых. Обе фотосистемы связаны между собой системой переноса электронов.

На уровне фотосистемы I молекулы хлорофилла передают свои электроны, богатые энергией, через ферредоксин к никотинамидадениндинуклеотидфосфату (НАДФ), который в результате этого восстанавливается в НАДФЧН и в восстановленной форме уже сам способен самостоятельно поставлять электроны, необходимые для образования

глюкозы путем восстановления атмосферной CO_2 . После перехода электронов в НАДФ*Н из молекулы хлорофилла в последних остаются своеобразные «бреши».

На уровне фотосистемы II богатые энергией возбужденные электроны хлорофилла передаются системе переноса электронов, а образовавшиеся в молекулах хлорофилла «бреши» после «ушедших» электронов замещаются бедными энергией электронами, которые поступают от воды, окисляющейся с образованием молекулярного кислорода. Пройдя через ряд соединений, составляющих цепь переноса электронов, электроны из фотосистемы II, богатые энергией, в конечном итоге замещают утраченные электроны в хлорофилле из фотосистемы I.

В цепи переноса электронов осуществляется несколько окислительно-восстановительных реакций, в каждой из которых электроны переходят на более низкий энергетический уровень.

Часть энергии, теряемой при переходе через цепь переноса электронов, идет на обеспечение синтеза АТФ из АДФ и неорганического фосфата. Считают, что синтез молекул АТФ связан также с фотосистемой I, в которой имеется циклический поток электронов, заключающийся в том, что электроны, захваченные акцептором, возвращаются хлорофиллу через цитохром В. При этом энергия, высвобождающаяся в реакциях систем переноса электронов, в которых электроны двигаются «вниз», запасается путем синтеза молекул АТФ.

В результате световых реакций фотосинтеза образуются высокоэнергетические АТФ и восстановленный НАДФ, которые снабжают энергией последующие, так называемые темновые реакции, протекающие без света и приводящие, в конце концов, к восстановлению атмосферной CO_2 до Сахаров. Источником энергии здесь является АТФ, а восстанавливающим агентом — НАДФ-Н, синтезируемые в реакциях фотосинтетического переноса электронов. Процесс восстановления CO_2 начинается с катализируемой ри-булозобисфосфаткарбоксилазой фиксации молекул этого соединения молекулами акцептора и сопровождается вступлением атомов углерода в ряд последовательных реакций, что приводит к образованию на каждые шесть фиксированных молекул CO_2 одной молекулы глюкозы, причем связывание одной молекулы CO_2 обеспечивается затратой трех молекул АТФ и двух молекул НАДФ-Н.

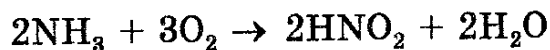
Как отмечено выше, энергия и электроны, необходимые для темновых реакций, поставляются АТФ и восстановленным НАДФ, образованными в световых реакциях.

Таким образом, химическая энергия, генерированная световыми реакциями, стабилизируется в молекулах глюкозы в процессе темновых реакций. В конечном итоге из глюкозы образуется крахмал, который является ее высокомолекулярным полимером, в котором оказываются запасенными по существу как атомы углерода, так и энергия. Полимеризуясь, глюкоза образует также целлюлозу. Подсчитано, что в листьях зеленых растений Земли и в фитопланктоне водоемов ежегодно синтезируется около 150 млрд тонн органических веществ и выделяется в атмосферу около 200 млрд тонн кислорода.

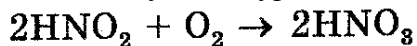
Фотосинтез имеет большую древность. Предполагают, что круговорот углерода, т. е. фотосинтез, существовал уже $3,5 \times 10^9$ лет назад.

Хемосинтез — это синтез органических веществ с помощью энергии, генерируемой окислением неорганических соединений, например, аммиака, оксида железа, сероводорода. Хемосинтез был открыт С. Н. Виноградским в 1889-1890 гг. Его осуществляют бактерии разных видов. Рассмотрим некоторые из наиболее известных примеров, начав с нитрифицирующих бактерий, роль которых была показана С. Н. Виноградским.

Нитрифицирующие бактерии являются обитателями почвы. Они получают энергию окислением аммиака, образующегося в почве в результате разложения белков (остатков животных и растений). Реакция окисления аммиака может быть описана следующим уравнением:



В этой реакции выделяется энергия в количестве 602 кДж. Образующаяся в ходе этой реакции азотистая кислота окисляется нитрифицирующими бактериями другого вида до азотной кислоты с выделением энергии в количестве 101 кДж. Эта реакция описывается следующим уравнением:

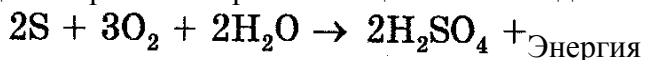


Энергия, освобождаемая в этих реакциях, используется для синтеза органических веществ.

Серобактерии получают энергию, окисляя сероводород. Этот процесс можно описать следующим уравнением:



Образующаяся в результате этой реакции свободная сера накапливается в цитоплазме серобактерий. Если недостает далее сероводорода, то происходит окисление свободной серы в бактериальной цитоплазме с дальнейшим освобождением энергии:



Эта энергия используется для синтеза органических веществ из углекислого газа.

Хемосинтезирующие бактерии окисляют также соединения железа и марганца. Считают, что образование залежей железных и марганцевых руд является результатом деятельности микроорганизмов в прошлые геологические эпохи (В. И. Вернадский).

Задание

1. Изучите представленный теоретический материал.
2. Составить логические схемы последовательности протекающих автотрофных процессов у растений в световой и темновой фазе фотосинтеза. Уметь объяснить фазы фотосинтеза.
3. Указать на схемах место указанных выше химических уравнений фотосинтеза.

Практическая работа №13

ООПТ Мурманской области (презентации)

Цель: сформировать представление о особо охраняемых природных территориях Мурманской области.

Материалы: тетрадь для практических работ, проекционное оборудование.

Теоретические сведения

Согласно Федеральному закону Российской Федерации "Об особо охраняемых природных территориях" от 14.03.1995 г.: «Особо охраняемые природные территории (ООПТ) - участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны. Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния».

С учётом особенностей режима ООПТ и статуса находящихся на них природоохранных учреждений различаются следующие категории указанных территорий:

1. Государственные природные заповедники (в том числе биосферные)
2. Национальные парки

3. Природные парки
4. Государственные природные заказники
5. Памятники природы
6. Дендрологические парки и ботанические сады
7. Лечебно-оздоровительные местности и курорты
8. Территории традиционного природопользования

Правительство Российской Федерации, соответствующие органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления могут устанавливать и иные категории особо охраняемых природных территорий (территории, на которых находятся памятники садово-паркового искусства, охраняемые береговые линии, охраняемые речные системы, охраняемые природные ландшафты, биологические станции, микрозаповедники и другие).

Некоторые ООПТ относятся к объектам Всемирного природного наследия. Государства, на территории которых расположены объекты Всемирного наследия, берут на себя обязательства по их сохранению. На территории Российской Федерации находится одиннадцать объектов Всемирного природного наследия: В состав находящихся на территории России одиннадцати объектов Всемирного природного наследия входят 13 заповедников, 7 национальных парков, 3 федеральных заказника, несколько памятников природы и буферные зоны заповедников.

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации осуществляет государственное управление в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения.

Всего в России по состоянию на 1 января 2017 года насчитывалось около 12 тысяч ООПТ федерального, регионального и местного значения, общая площадь которых составляет 232,5 млн га (с учётом морской акватории), что составляет 13,6 % от площади территории России. В 2015, 2014, 2013 и 2012 гг. данный показатель составлял 12,1 %, 11,9 %, 11,9 % и 11,8 % соответственно. Доля ООПТ федерального, регионального и местного значения без морских акваторий составила в 2016 г. 12,7 % от площади территории страны.

Федеральное значение имеют 296 ООПТ, в том числе 103 государственных природных заповедников, 49 национальных парков и 59 государственных природных заказников, а также 17 памятников природы и прочие ООПТ федерального значения. Общая площадь ООПТ федерального значения составляет 62,4 млн га (с учётом морских акваторий) или 48,2 млн га (без акваторий).

На долю 10 568 ООПТ регионального значения приходится 88,7 % от общего числа ООПТ и 58,6 % от суммарной площади. Общая площадь 1 071 ООПТ местного значения составляет 49,7 млн га.

Государственные природные заповедники. Территории государственных природных заповедников полностью изымаются из хозяйственного использования особо охраняемые природные комплексы и объекты (земля, водные объекты, недра, растительный и животный мир), имеющие природоохранное, научное, эколого-просветительское значение, как образцы естественной природной среды, типичные или редкие ландшафты, места сохранения генетического фонда растительного и животного мира.

Государственные природные заповедники являются природоохранными, научно-исследовательскими и эколого-просветительскими учреждениями, имеющими целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем.

В государственных природных заповедниках могут выделяться участки, на которых исключается всякое вмешательство человека в природные процессы. На

специально выделенных участках частичного хозяйственного использования, не включающих особо ценные экологические системы и объекты, ради сохранения которых создавался государственный природный заповедник, допускается деятельность, которая направлена на обеспечение функционирования государственного природного заповедника и жизнедеятельности граждан, проживающих на его территории, и осуществляется в соответствии с утверждённым индивидуальным положением о данном государственном природном заповеднике.

Биосферные заповедники. Статус биосферных заповедников имеют государственные природные заповедники, которые входят в международную систему биосферных резерватов (биосферных заповедников), созданных в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Статус биосферного заповедника может быть присвоен не только государственным природным заповедникам, но и другим особо охраняемым природным территориям: национальным паркам, заказникам, или природным комплексам, включающим несколько видов ООПТ (например, биосферный заповедник Башкирский Урал, куда входят: государственный природный заповедник «Шульган-Таш», национальный парк «Башкирия», природный парк «Мурадымовское ущелье», природный зоологический заказник «Алтын-Солок» и зоологический заказник «Икский»).

Национальные парки. Национальные парки являются природоохранными, эколого-просветительскими и научно-исследовательскими учреждениями, территории (акватории) которых включают в себя природные комплексы и объекты, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность, и предназначены для использования в природоохранных, просветительских, научных и культурных целях и для регулируемого туризма.

На территориях национальных парков устанавливается дифференцированный режим особой охраны с учётом их природных, историко-культурных и иных особенностей. Исходя из указанных особенностей на территориях национальных парков могут быть выделены различные функциональные зоны, в том числе:

- заповедная, в пределах которой запрещены любая хозяйственная деятельность и рекреационное использование территории;
- особо охраняемая, в пределах которой обеспечиваются условия для сохранения природных комплексов и объектов и на территории которой допускается строго регулируемое посещение;
- познавательного туризма, предназначенная для организации экологического просвещения и ознакомления с достопримечательными объектами национального парка;
- рекреационная, в том числе предназначенная для отдыха, развития физической культуры и спорта;
- охраны историко-культурных объектов, в пределах которой обеспечиваются условия для их сохранения;
- обслуживания посетителей, предназначенная для размещения мест ночлега, палаточных лагерей и иных объектов туристского сервиса, культурного, бытового и информационного обслуживания посетителей;
- хозяйственного назначения, в пределах которой осуществляется хозяйственная деятельность, необходимая для обеспечения функционирования национального парка.

Природные парки. Природные парки. Это природоохранные рекреационные учреждения, находящиеся в ведении субъектов Российской Федерации, территории (акватории) которых включают в себя природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность, и предназначены для использования в природоохранных, просветительских и рекреационных целях. На природные парки возлагаются следующие задачи:

- сохранение природной среды, природных ландшафтов;

- создание условий для отдыха (в том числе массового) и сохранение рекреационных ресурсов;
- разработка и внедрение эффективных методов охраны природы и поддержание экологического баланса в условиях рекреационного использования территорий природных парков.

Государственные природные заказники. Государственными природными заказниками являются территории (акватории), имеющие особое значение для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса.

Государственные природные заказники могут иметь различный профиль, в том числе быть:

- комплексными (ландшафтными), предназначенными для сохранения и восстановления природных комплексов (природных ландшафтов);
- биологическими (ботаническими и зоологическими), предназначенными для сохранения и восстановления редких и исчезающих видов растений и животных, в том числе ценных видов в хозяйственном, научном и культурном отношении;
- палеонтологическими, предназначенными для сохранения ископаемых объектов;
- гидрологическими (болотными, озерными, речными, морскими), предназначенными для сохранения и восстановления ценных водных объектов и экологических систем;
- геологическими, предназначенными для сохранения ценных объектов и комплексов неживой природы.

Для целей познавательного туризма особое значение имеют комплексные заказники, в которых туристов знакомят с редкими видами животного и растительного мира, живописными пейзажами. Как правило, разбивка туристических стоянок на территории заказников запрещена, разрешается лишь прокладка туристских троп.

Памятники природы. Памятники природы – уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения.

Памятниками природы могут быть объявлены участки суши и водного пространства, а также одиночные природные объекты, в том числе:

- участки живописных местностей;
- эталонные участки нетронутой природы;
- участки с преобладанием культурного ландшафта (старинные парки, аллеи, каналы, древние копи и т. п.);
- места произрастания и обитания ценных, реликтовых, малочисленных редких и исчезающих видов растений и животных, в том числе на границах их ареалов;
- лесные массивы и участки леса, особо ценные по своим характеристикам (породный состав, продуктивность, генетические качества, строение насаждений и т. п.), а также образцы выдающихся достижений лесохозяйственной науки и практики;
- небольшие дендрологические парки;
- объекты, играющие важную роль в поддержании гидрологического режима;
- уникальные формы рельефа и связанные с ними ландшафты (горы, группы скал, ущелья, каньоны, ледниковые цирки и троговые долины, моренно-валунные гряды, дюны, барханы, карровые поля, группы пещер, гигантские наледи, гидролакколиты и т. п.);
- геологические обнажения, имеющие научную ценность (опорные разрезы, стратотипы, выходы редких минералов, горных пород и полезных ископаемых, известные в крайне ограниченном числе);

- геолого-географические полигоны, в том числе классические участки с особенно выразительными следами сейсмических явлений, а также обнаружения разрывных и складчатых нарушений залегания горных пород;
- местонахождения редких или особо ценных палеонтологических объектов;
- участки рек, озёр, водно-болотных комплексов, водохранилищ, морских акваторий, небольшие реки с поймами, озёра, водохранилища и пруды;
- природные гидроминеральные комплексы;
- термальные источники, месторождения лечебных грязей;
- береговые объекты (косы, перешейки, полуострова, острова, бухты, лагуны и т. п.);
- отдельные объекты живой и неживой природы (места гнездования птиц, деревья-долгожители и имеющие историко-мемориальное значение, растения причудливых форм, единичные экземпляры экзотов и реликтов, вулканы, холмы, ледники, валуны, водопады, гейзеры, родники, истоки рек, скалы, утёсы, останцы, проявления карста, пещеры, гроты и т. п.).

Дендрологические парки и ботанические сады. Дендрологические парки и ботанические сады являются природоохранными учреждениями, в задачи которых входит создание специальных коллекций растений в целях сохранения разнообразия и обогащения растительного мира, а также осуществление научной, учебной и просветительской деятельности. Территории дендрологических парков а также ботанических садов предназначаются только для выполнения их прямых задач, при этом земельные участки передаются в бессрочное (постоянное) пользование дендрологическим паркам, ботаническим садам, а также научно-исследовательским или образовательным учреждениям, в ведении которых находятся дендрологические парки и ботанические сады.

Задания

1. Повторите лекционный материал. Ознакомьтесь с теоретическим материалом, разберите основные понятия по теме.
2. Подготовьте доклад с презентационным материалом по одной из ниже представленных тем.
 - 1) Памятники природы Мурманской области.
 - 2) Государственные природные заказники Мурманской области.
 - 3) Природные парки Мурманской области.
 - 4) Кандалакшский заповедник.
 - 5) Лапландский заповедник.
 - 6) Пасвик.
 - 7) Заказники Мурманской области.

Практическая работа №14

Биоиндикация

Цель: закрепить знания о методах биоиндикации.

Материалы: тетрадь для практических работ, таблицы, содержащие сведения, необходимые для оценки степени сапробности водоема.

Теоретические сведения

Существуют не менее трех случаев, когда биоиндикация становится незаменимой.

1. Фактор не может быть измерен. Это особенно характерно для попыток реконструкции климата прошлых эпох. Так, анализ пыльцы растений в Северной Америке за длительный период показал смену теплого влажного климата сухим прохладным и далее замену лесных сообществ на травяные. В другом случае остатки диатомовых водорослей (соотношение ацидофильных и базофильных видов) позволили утверждать, что в

прошлом вода в озерах Швеции имела кислую реакцию по вполне естественным причинам.

2. Фактор трудно измерить. Некоторые пестициды так быстро разлагаются, что не позволяют выявить их исходную концентрацию в почве. Например, инсектицид дельтаметрин активен лишь несколько часов после его распыления, в то время как его действие на фауну (жуков и пауков) прослеживается в течение нескольких недель.

3. Фактор легко измерить, но трудно интерпретировать. Данные о концентрации в окружающей среде различных поллютантов (если их концентрация не предельно высока) не содержат ответа на вопрос, насколько ситуация опасна для живой природы. Показатели предельно допустимой концентрации (ПДК) различных веществ разработаны лишь для человека. Однако, очевидно, эти показатели не могут быть распространены на другие живые существа. Есть более чувствительные виды, и они могут оказаться ключевыми для поддержания экосистем. С точки зрения охраны природы, важнее получить ответ на вопрос, к каким последствиям приведет та или иная концентрация загрязнителя в среде. Эту задачу и решает биоиндикация, позволяя оценить биологические последствия антропогенного изменения среды. Физические и химические методы дают качественные и количественные характеристики фактора, но лишь косвенно судят о его биологическом действии. Биоиндикация, наоборот, позволяет получить информацию о биологических последствиях изменения среды и сделать лишь косвенные выводы об особенностях самого фактора. Таким образом, при оценке состояния среды желательно сочетать физико-химические методы с биологическими. Актуальность биоиндикации обусловлена также простотой, скоростью и дешевизной определения качества среды. Например, при засолении почвы в городе листья липы по краям желтеют еще до наступления осени. Выявить такие участки можно, просто осматривая деревья. В таких случаях биоиндикация позволяет быстро обнаружить наиболее загрязненные местообитания.

Сапробность (лат. *sapros* - разложение) - загрязнение водоема органическими веществами (понятие введено Р.Кольквитцем и М.Моррисом в 1908 г.). Установлено 4 зоны сапробности.

1. Полисапробная зона - в воде присутствуют разлагающиеся органические вещества. Свободный кислород почти отсутствует (анаэробные условия среды), характер биохимических процессов восстановительный, в воде много сероводорода, углекислоты, метана, аммиака. Население состоит преимущественно из сапрофитных бактерий, многочисленны бесцветные жгутиковые и грибы, встречаются олигохеты и личинки некоторых мух.
2. Альфа-мезосапробная зона - в воде присутствуют amino- и амидокислоты, аммиак. Условия среды полуаэробные, характер биохимических процессов восстановительно-окислительный. Присутствует сероводород. Основу населения составляют сапрофитные бактерии, много бесцветных жгутиковых, грибов, инфузорий. Встречаются коловратки, в донных осадках доминируют олигохеты и личинки комаров.
3. Бета-мезосапробная зона - в воде преобладают такие продукты минерализации органических веществ, как соединения азота в форме солей аммония, нитратов и нитритов. Кислорода много, но в ночное время из-за прекращения фотосинтеза, у дна возможны заморы. Характер биохимических реакций окислительный. Население этой зоны отличается большим видовым разнообразием. В массе развиваются растительные организмы, многочисленны коловратки, низшие ракообразные, насекомые, моллюски, рыбы.
4. Олигосапробная зона - незагрязненные, чистые воды с незначительным содержанием нестойких органических веществ и небольшим количеством продуктов их минерализации. Вода насыщена кислородом, углекислоты мало, сероводород отсутствует. Население наиболее разнообразно в видовом отношении, но

количественно значительно беднее, чем в предыдущих зонах. Показателями большой чистоты воды в олигосапробной зоне служат некоторые красные водоросли (*Thorea*, *Batrachospermum*) и водные мхи.

Организмы, характерные для зон различной сапробности, называются показателями или индикаторами сапробности. Краткий список организмов-индикаторов сапробности приведен в Приложении 1.

Биологический метод определения загрязнения водоема основан на изучении совокупности организмов, населяющих водоем. Результаты биологического анализа, представленные в форме списков видов-индикаторов, содержат виды, относящиеся к разным зонам сапробности. Для преодоления этого затруднения используются различные методы, позволяющие оценить среднюю сапробность сообщества.

Векторный метод Головина основан на принципе суммирования векторов, каждый из которых показывает численность видов-индикаторов соответствующей зоны сапробности. Определение вектора сапробности осуществляется при помощи диаграммы (рис. 12). При этом, область диаграммы от 0 до 180° делится на 4 сектора (каждый из их соответствует определенной зоне сапробности): 1-2 (от 180 до 135°) - границы олигосапробной зоны, 2-3 (от 135 до 90°) - границы бета-мезосапробной зоны, 3-4 (от 90 до 45°) - границы альфа-мезосапробной зоны, 4-5 (от 45 до 0°) - границы полисапробной зоны. Каждый сектор делится пополам и средняя линия определяется как ось соответствующей группы видов-индикаторов. На данных осях откладывается число организмов-индикаторов (соответствующей зоны сапробности), обнаруженных в пробе, взятой в водоеме. При этом используется определенный масштаб (например, 1 мм = 5; 20, 100 и т. д. экземпляров). Отложенные по осям отрезки суммируются по правилу сложения векторов и полученный результирующий отрезок называется вектором сапробности. Угол этого вектора обозначает сапробное значение анализируемого сообщества.

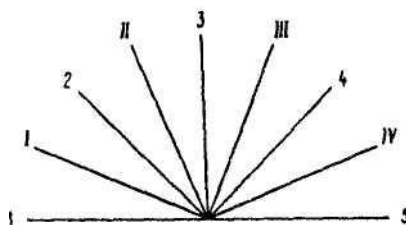


Рис. 13.1. Система координат для оценки степени сапробности водоема векторным методом Головина

Индекс сапробности (предложен Лантле и Буком в 1955 г.):

$$S = \sum sh / \sum h,$$

где S - индекс сапробности, s - индикаторная значимость видов-индикаторов (олигосапробов - 1, бета-мезосапробов - 2, альфа-мезосапробов - 3 и полисапробов - 4), h - относительное количество особей этих видов (случайные находки - 1, частая встречаемость - 3, массовое развитие - 5).

В полисапробной зоне индекс сапробности равен 4.0-3.5, в альфа-мезосапробной зоне - 3.5-2.5, в бета-мезосапробной зоне - 2.5-1.5 и в олигосапробной зоне - 1.5-1.0.

Организмы полисапробной зоны	Организмы альфа-мезосапробной зоны	Организмы бета-мезосапробной зоны	Организмы олигосапробной зоны
<i>Синезеленые водоросли:</i> <i>Анабаена</i> <i>constricta</i> и другие виды <i>Oscillatoria</i> <i>halauterbornii</i>	<i>Синезеленые водоросли:</i> <i>Oscillatoria</i> <i>splendida</i> и другие водоросли <i>Диатомовые водоросли:</i> <i>Nitzschia</i> - разные виды	<i>Синезеленые водоросли:</i> <i>Anabaena</i> <i>flosaquae</i> и другие виды <i>Aphanizomenon</i> <i>flosaquae</i> <i>Microcystis</i> <i>flosaquae</i> и другие	<i>Золотистые водоросли:</i> <i>Dinobryon</i> <i>bavahcum</i> <i>Dinobryon</i> <i>sertularia</i> <i>Диатомовые водоросли:</i> <i>Cyclotella</i> <i>labdanica</i>

<p>и другие виды <i>Малощетинковые черви:</i> Limnodrilushoffmeisteri Tubifextubifex <i>Насекомые (двукрылые):</i> Chironomusplumosus Chironomusthummi Eristalistenax</p>	<p><i>Зеленые водоросли:</i> Chlamydomonasehrenbergii ClosteriumCosmarium Enteromorpha intestinalis <i>Инфузории:</i> Vorticella convalaria Corchesiumpolypinum Stylonichiamytilus <i>Коловратки:</i> Brachionusrubens Rotariarotatoria <i>Двустворчатые моллюски:</i> Sphaeriumcorneum Sphaeriumrevicola <i>Брюхоногие моллюски:</i> Physafintinalis <i>Ветвистоусые ракообразные:</i> Daphnia magnet Daphnia pidex Moinarectirostris <i>Равноногие ракообразные:</i> Asellusaquaticus <i>Насекомые (двукрылые):</i> Stratiomyschameleon</p>	<p>виды Sphqpronostoc <i>Золотистые водоросли:</i> Dynobriondivergens Synuraspinosa <i>Диатомовые водоросли:</i> Melosira Synedraacusbragillariaconstniens Pinnulaha major Gomphonema <i>Пиропитовые водоросли:</i> Ceratmmhirudinella <i>Зеленые водоросли:</i> Spirogyra crassa Eudorinaelegans Hydrodictyonreticulatum Pediaslrumboryanumидр. виды Cladophoraglomerata Scenedesmus <i>Высшие водные растения:</i> Elodea canadensis Lemnatrisulca Potamogetoncrispus Ceratophyllumdemersum Nuphar luteum Ranunculus fluitans <i>Инфузории:</i> Vorticella campanula идр. виды Stentor roeseli <i>Губки:</i> Ephydatiafluviatilisидр. виды <i>Коловратки:</i> Brctchionusидругие виды Kercitellaquadraia Keratellacohleahs Polyarthra vulgaris Synchaetapectinafa Flosculariaringens <i>Мианки:</i> Plumatellajungosa <i>Матощетинковые черви:</i> Stylarialacustris <i>Двустворчатые моллюски:</i> Uniocrassus Uniopictorum Uniotumidus Anodontacygnea Dreissenapolymorpha <i>Брюхоногие моллюски:</i> Bithynia tentaculata Limnaeastagnalis Limnaeaauriculaha Physafintinalis Planorbisborneus Planorbisplanorbis Theodoxusfluviatilis Vivipdrusviviparus Valvettapiscinalis <i>Ветвистоусые ракообразные:</i> Chydorussphaericus Daphnia cucullala Daphnia longispina</p>	<p>Cyclotellacomensis Cyclotellacomta Tabellariaflosculosa <i>Зеленые водоросли:</i> Volvox aureus Volvoxglobator Ulothrixzonata Closteriumlunata Spirogyra fluviatilis Staurastrumpunctulaium <i>Высшие водные растения:</i> Potamogetonlucm Myriophyllum spicatum <i>Коловратки:</i> Conachilusnicornis Kellicoltialongispina Synchaetatremula <i>Мианки:</i> Cristatellamucedo <i>Моллюски:</i> Ancylusfluviatilis Margaritiferamargaritifera <i>Ветвистоусые ракообразные:</i> Ceriodaphniaquadrangula Bosmina Leptodorakindtii Polyphemus pediculus Sidacrystallina Simocephalusvetulus <i>Веслоногие ракообразные:</i> Eudiaptomusgracilis Mesocyclopsleuckarti <i>Разноногие ракообразные:</i> Gammaruspulex <i>Десятиногие ракообразные:</i> Astacusfluviatilis <i>Насекомые (поденки):</i> Baetispumelis Baetistenax Ecdyonurusfluminium Ecdyonurusvenosus <i>Насекомые (весьнянки):</i> Peria Nemuramarginata <i>Насекомые (ручейники):</i> Limnophillusflavicornis Limnophillusrhombicus Mallanaangustata Phryganea minor Phryganeastriata</p>
--	--	---	---

		<i>Насекомые (поденки):</i> Baetisbioculatus Baetisvemales Cloendipterum Ephemera vulgata Heptageniacoerulea Heptageniasulphurea <i>Насекомые (ручейники):</i> Hydropsycheornatula <i>Насекомые (двукрылые):</i> Chaoboruscrystallinus ЛичинкиTabanidae Dasyhelia	
--	--	---	--

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Пехов, А. П. Биология с основами экологии: учебник для вузов / А. П. Пехов. - Санкт-Петербург : Лань, 2001, 2000. - 672 с. (*Библиотека МГТУ 30 экз.*)
2. Тулякова, О.В. Биология с основами экологии : учебное пособие / О.В. Тулякова. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 689 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-4458-9091-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235801> (16.06.2019)

Дополнительная литература

- 3.Верхошенцева, Ю.П. Биология с основами экологии : учебное пособие / Ю.П. Верхошенцева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2013. - 146 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259368> (16.06.2019)
4. Перетрухина, А. Т. Гидросфера как среда обитания [Электронный ресурс] : учеб.пособие для бакалавров и магистров / А. Т. Перетрухина, О. Ю. Богданова, В. Е. Осауленко; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Электрон.текстовые дан. (1 файл : 4.2 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана. http://elib.mstu.edu.ru/2013/U_13_27.pdf

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронно-библиотечные системы

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
<http://biblioclub.ru/>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>

Полнотекстовые базы данных

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Открытые источники информации

Систематика органического мира http://mr-1.ru/HT/system_description.htm

Международная Красная книга <http://www.iucnredlist.org>