

И.С. Коротченко

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Практикум



Красноярск 2019

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

И.С. Коротченко

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Практикум

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Электронное издание

Красноярск 2019

ББК 40.08

К 68

Рецензенты:

Г.Г. Первышина, д-р биол. наук, доцент,
проф. каф. технологии и организации общественного питания
Торгово-экономического института ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

Д.Ф. Жирнова, канд. биол. наук, доцент, ст. науч. сотр.,
и.о. заведующего Научно-образовательной лабораторией «Дендрэкология
и экологический мониторинг», Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

К 68 **Коротченко, И. С.**

Экология и рациональное природопользование [Электронный ресурс] : практикум / *И.С. Коротченко*; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2019. – 164 с.

Подготовлено в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» по дисциплине «Экология и рациональное природопользование». Представлены лабораторный практикум, материал для самостоятельной работы, словарь терминов, рекомендуемая литература.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» очной и заочной форм обучения.

ББК 40.08

© Коротченко И.С., 2019

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ.....	7
1. Экология как комплекс наук, регулирующий взаимоотношения природы и общества. Структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды.....	9
Лабораторная работа № 1. Биоиндикационная оценка экологического состояния окружающей среды.....	10
Лабораторная работа № 2 Методы измерения абиотических факторов окружающей среды (определение рН, содержания кислорода, хлоридов в воде).....	16
Лабораторная работа № 3. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха веществами, попадающими в окружающую среду в результате работы автотранспорта.....	21
Задания для самостоятельной работы по разделу 1.....	28
Вопросы для коллоквиума.....	62
2. Экологические принципы рационального природопользования и охраны природы. Глобальные проблемы окружающей среды.....	67
Лабораторная работа № 4. Оценка содержания хлорофилла в листьях растений с целью биоиндикации среды. Определение хлорофилла фотометрически.....	67
Лабораторная работа № 5. Модель рационального питания (определение суточных энерготрат и составление рациона питания, обеспеченности организма витаминами и микроэлементами).....	74
Лабораторная работа № 6. Загрязнение пищевых продуктов нитратами и их определение в различных овощных культурах в зависимости от вида, сорта, органа, ткани.....	85
Задания для самостоятельной работы по разделу 2.....	91
Вопросы для коллоквиума.....	103
3. Особо охраняемые природные территории. Международное сотрудничество в области природопользования.....	106
Лабораторная работа № 7. Оценка радиационного состояния окружающей среды.....	106
Лабораторная работа № 8. Моделирование механизма «парникового эффекта».....	112

Лабораторная работа № 9. Влияние кислотных осадков на объекты живой и неживой природы.....	118
Задания для самостоятельной работы по разделу 3.....	123
Вопросы для коллоквиума.....	127
Вопросы к зачету.....	128
Словарь терминов.....	130
Заключение.....	159
Литература.....	160

ВВЕДЕНИЕ

Современная экология не только изучает законы функционирования природных и техногенных систем, но также ищет пути гармонического взаимоотношения природы и общества, от характера которого зависит здоровье людей, их экономическое процветание и сохранение человека как биологического вида. Решение экологических проблем требует огромной работы во всех областях науки и техники. Поэтому идеи и проблемы экологии всемерно проникают в другие научные дисциплины и внедряются в общественное развитие.

Специалист в любой сфере деятельности должен обладать экологическими знаниями, понимать сущность современных проблем взаимодействия общества и природы, разбираться в причинной обусловленности негативных воздействий хозяйственной деятельности на окружающую природную среду. Уметь квалифицированно оценить характер, направленность и последствия влияния конкретной деятельности человека на природу, увязывая решение производственных задач с соблюдением соответствующих природоохранных требований, вырабатывать и осуществлять научно обоснованные решения экологических проблем.

Цель дисциплины – дать целостное представление об окружающей среде как сфере активного взаимодействия человека и природы, овладеть прочными знаниями законов развития природы, научными основами ее охраны и рационального использования ресурсов.

Задачи дисциплины:

- изучение закономерностей функционирования, развития, устойчивости и динамики экологических систем;
- выработка экологического мышления, гармонично развитой личности;
- познание основных закономерностей рационального использования природных ресурсов и применение их в практической деятельности;
- овладение знаниями о способах предупреждения и ликвидации негативных воздействий на окружающую среду.

В результате изучения дисциплины студент должен использовать полученные знания для экологически грамотного принятия решений в своей профессиональной деятельности.

Предлагаемое учебное пособие является оригинальным изданием. Компактность изложения, его концептуальная и дидактическая

ясность сочетаются с полнотой раскрытия тематики. Пособие логически структурировано, состоит из трех разделов, каждый из которых сопровождается лабораторным практикумом, практикумом к самостоятельной работе студентов, включающим контрольные вопросы.

Предлагаемое учебное пособие апробировано в различных вариантах (лабораторные работы на занятиях, практические работы в природной обстановке, при выполнении выпускных квалификационных работ и т. д.). Пособие содержит задания, которые выполняются с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы. Материал для самостоятельной подготовки представлен в виде заданий, таблиц и задач, вопросов и словаря терминов по дисциплине.

Автор выражает уверенность в том, что данное пособие будет полезно не только студентам высших учебных заведений, обучающимся по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», но также и широкому кругу читателей.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

1. Перед приходом на занятие ознакомиться с темой занятия по методическому руководству, учебникам, лекциям.
2. Перед проведением опытов прочитать описание, выяснить непонятные вопросы у преподавателя.
3. Соблюдать все необходимые меры предосторожности, указанные в специальной инструкции по технике безопасности.
4. Рабочее место содержать в чистоте и порядке, не загромождать ненужными предметами.
5. Перед уходом из лаборатории привести рабочее место в порядок, выключить воду и электроприборы.
6. При пользовании реактивами необходимо держать их закрытыми и открывать только во время применения; закрывая склянки, не путать пробки.
7. Неизрасходованные реактивы не сливать обратно в склянки.
8. Без разрешения преподавателя не проводить опыты, не предусмотренные в руководстве.
9. Все опыты с ядовитыми веществами проводить в вытяжном шкафу.
10. При нагревании растворов в пробирке пользоваться держателем, помещать пробирку так, чтобы ее отверстие было направлено в сторону от работающего соседа.
11. Не наклоняться над нагреваемой жидкостью во избежание попадания брызг в лицо.

Меры первой помощи при несчастных случаях

В лаборатории бывают случаи, требующие неотложной медицинской помощи, – порезы рук стеклом, ожоги горячими предметами, кислотами, щелочами. В серьезных случаях необходимо пострадавшего сопроводить к врачу.

Основные правила первой помощи сводятся к следующему:

1. При мелких порезах стеклом удалите осколки из раны, смойте кровь, продезинфицируйте раствором йода и перевяжите бинтом.
2. При ожоге рук или лица реактивом смойте реактив большим количеством воды, затем в случае ожога щелочью – 1 %-м раствором уксусной кислоты, в случае ожога кислотой – 3 %-м раствором гидрокарбоната натрия, а затем опять водой. Одежду, соприкасавшуюся с реактивами, следует снять.

3. При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место промойте проточной холодной водой в течение 5–10 мин.

4. При попадании химического вещества в глаза их необходимо обильно промыть в течение 10–15 мин струей холодной воды так, чтобы она стекала от носа к виску. Веки пораженного глаза во время промывания должны быть осторожно развернуты. Контактные линзы перед промыванием следует снять.

5. При попадании яда внутрь необходимо вызвать рвоту приемом теплого раствора поваренной соли (3–4 чайные ложки на стакан воды) и затем надавить пальцем на заднюю часть зева, давая пострадавшему пить большое количество теплой воды. Если пострадавший потерял сознание или же отравление вызвано проглатыванием растворителя, кислоты или щелочи, то рвоту вызывать нельзя. Пострадавшего необходимо перенести на свежий воздух и оставить в спокойном положении в тепле.

6. При поражении электрическим током необходимо быстро освободить пострадавшего от действия тока путем отключения электроэнергии общим рубильником. Вынести пострадавшего на свежий воздух и при необходимости сделать ему искусственное дыхание и массаж сердца. Немедленно вызвать скорую помощь.

1. ЭКОЛОГИЯ КАК КОМПЛЕКС НАУК, РЕГУЛИРУЮЩИЙ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА. СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ, ЭКОСИСТЕМЫ, ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ОРГАНИЗМА И СРЕДЫ

Экология как комплекс наук, регулирующий взаимоотношения природы и общества. Структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды.

Факторы среды и адаптация к ним организмов. Понятие об экологическом факторе. Окружающая среда как совокупность экологических факторов, определяющих жизнедеятельность организма. Загрязняющие вещества как экологические факторы. Классификация экологических факторов. Экологическое значение абиотических факторов: тепла, освещенности, влажности, солености, концентрации биогенных элементов. Адаптации организмов к изменениям условий среды. Толерантность организма к экологическим факторам. Лимитирующий экологический фактор. Правило оптимума. Среда жизни. Характеристика наземно-воздушной, водной, почвенной сред обитания. Основные факторы жизненных сред. Организм как среда обитания, ее особенности. Приспособления живых организмов.

Экология популяций. Популяция как форма существования вида. Статические характеристики популяции: численность, плотность, возрастной и половой состав. Методы оценки численности и плотности популяции. Динамика популяций.

Биоценозы (сообщества), их таксономический состав и функциональная структура. Формирование сообщества. Типы взаимоотношений между организмами. Условия сосуществования конкурирующих видов. Видовое разнообразие как специфическая характеристика сообщества.

Экологическая система. Определения понятия «экосистема». Экосистемы как единицы биосферы. Классификация экосистем. Составные компоненты экосистем. Динамика экосистем. Энергия экосистем. Понятие о трофических цепях, трофических уровнях. Продуктивность экологических систем. Экологические пирамиды. Искусственные экосистемы.

Биосфера как глобальная экосистема. Функции живого вещества в биосфере. Пленки жизни. Понятие о круговоротах. Геологический и биотический круговороты. Круговорот воды, фосфора, азота, углерода, серы, кислорода.

Лабораторная работа № 1

Биоиндикационная оценка экологического состояния окружающей среды

В основу методики, используемой при выполнении данной работы, положена теория «стабильности развития» («морфогенетического гомеостаза»), разработанная российскими учеными А.В. Яблоковым, В.М. Захаровым и другими в процессе исследований последствий радиоактивного заражения, в том числе после Чернобыльской аварии. Эти ученые доказали, что стрессирующие воздействия различного типа вызывают в живых организмах изменения гомеостаза (стабильности) развития, которые могут быть оценены по нарушению морфогенетических процессов.

Главными показателями изменений гомеостаза морфогенетических процессов являются показатели флуктуирующей асимметрии – ненаправленных различий между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Такие различия обычно являются результатом ошибок в ходе развития организма. При нормальных условиях их уровень минимален, возрастая при любом стрессирующем воздействии, что и приводит к увеличению асимметрии.

Особенностью стабильности развития является то, что она в большой степени зависит от общей генетической перестройки организма, а это особенно важно при оценке последствий радиационного воздействия.

Оценка флуктуирующей асимметрии билатеральных организмов хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия. Традиционные методы, оценивающие химические и физические показатели, не дают комплексного представления о воздействии на биологическую систему, тогда как биоиндикационные показатели отражают реакцию организма на все многообразие действующих на него факторов, сохраняя при этом биологический смысл.

Оптимальным объектом биоиндикации антропогенных воздействий данным методом являются растения. Животные, особенно высшие, подходят для биоиндикации подобного рода в меньшей степени. Во-первых, они намного сложнее организованы и стабильность их развития зависит от большего числа факторов. Во-вторых, они находятся на более высоких ступенях пищевой пирамиды и менее подвержены загрязнению почвенной и воздушной сред. Наконец, животные подвижны и в меньшей степени связаны с конкретным участком территории.

Растения же, как продуценты экосистемы, в течение всей своей жизни привязаны к локальной территории и подвержены влиянию почвенной и воздушной сред, наиболее полно отражающих весь комплекс стрессирующих воздействий на экосистему.

Работа начинается с выбора точек исследования – четырех-пяти площадок, желательно находящихся на одной линии по мере удаления от потенциального источника загрязнения в вашей местности – населенного пункта, промышленного предприятия или автомагистрали. Желательно располагать площадки по линии преобладающих ветров – в ту сторону, куда ветер сносит потенциальные загрязняющие вещества.

Дистанция между площадками зависит от мощности источника загрязнения. Если это большой населенный пункт с промышленными предприятиями и многочисленным автотранспортом, то расстояния между площадками могут быть в пределах 1 км (дальняя площадка будет удалена от города на 5 км). Если это, например, небольшая котельная, работающая на угле, то расстояния между площадками могут быть в пределах 400–800 м. Если это автотрасса – то 20–200 м (в зависимости от интенсивности потока автотранспорта).

Для выполнения полевой работы студенты разбиваются на группы по 2–3 человека, каждой из которых преподаватель дает задание обследовать одну из выбранных на местности площадок.

Теоретически, как было уже сказано во введении, исследования флуктуирующей асимметрии можно проводить на любых билатеральных (симметрично организованных) объектах – будь то животные или растения. Однако, чем проще устроен организм и чем он крупнее, тем проще проводить измерения. Исходя из этого, удобным для организации подобных исследований модельным объектом являются листья листопадных деревьев. Это могут быть такие виды деревьев, как клены, тополя или березы.

Проводить сбор материала можно после завершения интенсивного роста листьев до периода опадения листвы. Сбор листьев должен проводиться с растений, находящихся в примерно одинаковых экологических условиях по уровню освещенности, влажности, типу биотопа. Например, одна из площадок сбора не должна находиться на опушке, а другая – в лесу.

Для анализа используют только средневозрастные растения, избегая молодых и старых экземпляров.

Сбор листьев производится с 10 близко растущих деревьев – по 10 листьев с каждого дерева, всего – 100 листьев с одной площадки.

Листья берутся из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток (рис. 1). При этом стараются задействовать ветки разных направлений, условно – с севера, юга, запада и востока.

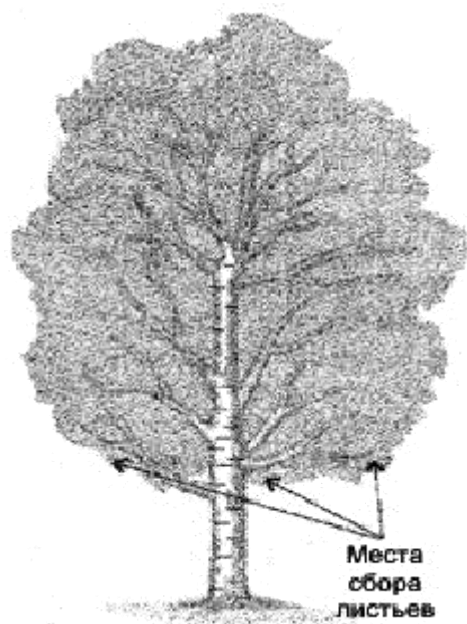


Рисунок 1 – Места сбора листьев

Листья стараются брать примерно одного, среднего для данного вида размера. Листья с одного дерева связывают ниткой по черешкам и складывают в пакеты. Каждый пакет (выборка) снабжается этикеткой, на которой указывают: дату, место сбора (делая максимально подробную привязку на местности) и номер площадки, а также автора (авторов) сбора.

После проведения полевых сборов группы студентов начинают обработку собранного материала, обобщая результаты.

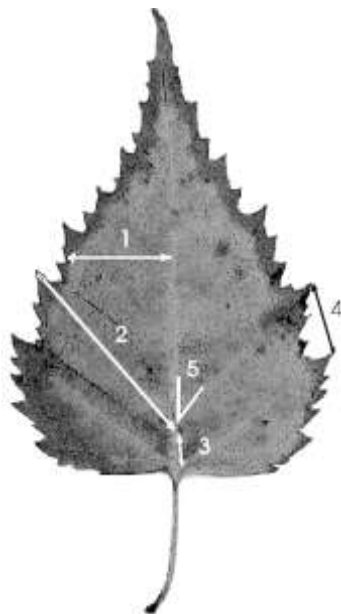
Цель работы: экспресс-оценка качества окружающей среды по флуктуирующей асимметрии листовой пластины травянистых и древесных форм растений.

Оборудование, реактивы, материалы: курвиметр (линейка); транспортир; гербарий (фото) листьев или свежие листья; индивидуальное задание.

Ход работы

1. В лабораторных условиях с каждого листа снимите показатели по пяти параметрам (рис. 2).

В ходе исследований выполните следующие операции. Для измерения лист растения поместите перед собой брюшной (внутренней) стороной вверх. Брюшной стороной листа называют сторону листа, обращенную к верхушке побега. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа.



*Рисунок 2 – Схема морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula*):*

1 – ширина левой и правой половинок листа (для измерения лист складывают пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки, потом разгибают лист и по образовавшейся складке измеряют расстояние от границы центральной жилки до края листа); 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих же жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка

Для исследований требуются циркуль-измеритель, линейка и транспортир. Промеры 1–4 снимите циркулем-измерителем, угол между жилками (признак 5) измерьте транспортиром. Для этого центр основания окошка транспортира совместите с точкой ответвления второй жилки второго порядка от центральной жилки. Эта точка соответствует вершине угла.

Кромку основания транспортира совместите с лучом, идущим из вершины угла и проходящим через точку ответвления третьей жилки второго порядка. Вторым лучом, образующим измеряемый угол, получают, используя линейку. Этот луч идет из вершины угла и проходит по касательной к внутренней стороне второй жилки второго порядка.

2. Результаты исследований занесите в таблицу (образец таблицы см. в табл. 1). Произведите расчет средней относительной величины асимметрии листа (образец таблицы см. в табл. 2).

Для мерных признаков величина асимметрии у растений рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. Такая схема обработки используется для растений. В таблицах 1, 2 на примере березы приводится расчет средней относительной величины асимметрии на признак для 5 промеров листа у 10 растений.

Таблица 1 – Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием мерных признаков (промеры листа)

Лист	Признак*									
	1		2		3		4		5	
	сле- ва	спра- ва	сле- ва	спра- ва	сле- ва	спра- ва	сле- ва	спра- ва	сле- ва	спра- ва
1	18	20	32	33	4	4	12	12	46	50
2	20	19	33	33	3	3	14	13	50	49
3	18	18	31	31	2	3	12	11	50	46
4	18	19	30	32	2	3	10	11	49	49
5	20	20	30	33	6	3	13	14	46	53
6	12	14	22	22	4	4	11	9	39	39
7	14	12	26	25	3	3	11	11	34	40
8	13	14	25	23	3	3	10	8	39	42
9	12	14	24	25	5	5	9	9	40	32
10	14	14	25	25	4	4	9	8	32	32

*Описание признаков представлено на рисунке 2.

Сначала для каждого промеренного листа вычислите относительные величины асимметрии для каждого признака по формуле (1). Для этого модуль разности между промерами слева (L) и справа (R) разделите на сумму этих же промеров:

$$|L-R|/|L+R|. \quad (1)$$

Например: лист 1 (табл. 1), признак 1:

$$|L - R| / |L + R| = |18 - 20| / |18 + 20| = 2/38 = 0,052.$$

Полученные величины занесите во вспомогательную таблицу 2 в графы 2–6.

Затем вычислите показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируйте значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и разделите на число признаков.

Например, для листа 1 (см. табл. 2):

$$(0,052 + 0,015 + 0 + 0 + 0,042)/5 = 0,022.$$

Результаты вычислений заносит в графу 7 вспомогательной таблицы.

На последнем этапе вычислите интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычислите среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа (значений графы 7). Это значение округлите до третьего знака после запятой. В нашем случае искомая величина равна следующему:

$$(0,022+0,015+0,057+0,061+0,098+0,035+0,036+0,045+0,042+0,012)/10 = 0,042.$$

Таблица 2 – Образец вспомогательной таблицы для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке (пример заполнения таблицы)

Лист	Признак					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
1	0,052	0,015	0	0	0,042	0,022
2	0,026	0	0	0,037	0,010	0,015
3	0	0	0,2	0,044	0,042	0,057
4	0,027	0,032	0,2	0,048	0	0,061
5	0	0,048	0,33	0,037	0,071	0,098
6	0,077	0	0	0,1	0	0,035
7	0,077	0,019	0	0	0,081	0,036
8	0,037	0,042	0	0,111	0,037	0,045
9	0,077	0,020	0	0	0,111	0,042
10	0	0	0	0,059	0	0,012
Величина асимметрии в выборке						X = 0,042

Задание. Проведите экспресс-оценку загрязнения окружающей среды по изучению флуктуирующей асимметрии листьев. Сделайте вывод о качестве среды обитания живых организмов в соответствии с таблицей 3. Составьте карту карты состояния окружающей среды для города.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Таблица 3 – Шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы [Захаров В.М., 2000]

Балл	Качество среды	Величина показателя стабильности развития
I	Условная норма	< 0,040
II	Растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов	0,040–0,044
III	Загрязненные районы	0,045–0,049
IV	Сильно загрязненные районы	0,050–0,054
V	Крайне неблагоприятные условия, растения находятся в сильно угнетенном состоянии	> 0,054

Контрольные вопросы

1. Что такое флуктуирующая асимметрия?
2. Какие организмы могут быть использованы в данном методе?
3. Какие факторы окружающей среды влияют на показатель асимметрии живых организмов?
4. Что такое биоиндикация?
5. Назовите оптимальные объекты для биоиндикации антропогенных воздействий.

Лабораторная работа № 2

Методы измерения абиотических факторов окружающей среды (определение pH, содержания кислорода, хлоридов в воде)

Природная и питьевая вода содержит огромное количество компонентов, находящихся в низких (менее 1 %) и ультранизких (менее 0,0 000 001 %) концентрациях. В естественных условиях состав вод регулируется природными процессами, в то же время в результате хозяйственной деятельности человека происходит значительное изменение состава природных вод.

Природная вода находится в непрерывном взаимодействии с окружающей средой. Она растворяет органические и неорганические примеси, содержащиеся в почве, атмосфере, растительности и т. п. Среди растворенных примесей в воде есть кислород (O_2), являющийся необходимым для жизни всех представителей водной фауны и флоры. Однако кислород – сильный окислитель, в его присутствии значительно возрастает скорость коррозии металлического оборудования, находящегося в контакте с природной водой. Поэтому его содержание в воде строго регламентируется и тщательно контролируется.

Измерение рН при контроле качества природной и питьевой воды проводится практически повсеместно. Реальная концентрация ионов водорода выражается в единицах водородного показателя, или рН.

Шкала рН идет от 0 (крайне высокая кислотность) через точку 7 (нейтральная среда) до 14 (крайне высокая основность). Эти цифры – отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода, выраженной в граммах на литр. Например, рН = 1 означает, что концентрация H^+ составляет 10^{-1} , или 0,1 г/л; рН = 2 – 10^{-2} , или 0,01 г/л, и т. д. В точке рН = 7 концентрация H^+ составляет 10^{-7} (0,0 000 001) г/л, но при этом концентрация OH^- такая же.

Для всего живого в воде (за исключением некоторых кислотоустойчивых бактерий) минимально возможная величина рН = 5; дождь, имеющий рН < 5,5, считается кислотным. При отсутствии любых загрязнителей у дождевой воды обычно слабокислая реакция (рН = 5,6), поскольку в ней легко растворяется углекислый газ из воздуха с образованием слабой угольной кислоты. У пресноводных озер, ручьев и прудов рН воды обычно составляет 6–7, и организмы адаптированы именно к этому уровню. В питьевой воде допускается рН = 6–9. Болотная вода бывает обычно кислая (рН = 4–5) за счет органических кислот, а нормальная, чистая вода имеет значение, близкое к нейтральному (6,5–8,5). Принято считать, что значение рН от 5,5 до 8,5 является оптимальным для развития водных форм жизни. Резкое изменение рН в водоеме может привести к растворению в воде некоторых соединений и отравлению водных организмов. Если значение рН неожиданно сдвинулось в кислую или щелочную сторону – следует обратить внимание на возможные промышленные выбросы [Физико-химические методы..., 1997].

Цель работы: освоить некоторые методы измерения абиотических факторов окружающей среды на примере определения рН, содержания растворенного кислорода, хлоридов в воде.

Оборудование, реактивы, материалы

Опыт 1. Пробы воды из разных источников, универсальная индикаторная бумага.

Опыт 2. Оборудование: 1) стеклянные емкости с притертыми пробками (емкость 100–150 мл); 2) конические колбы на 250–300 мл; 3) бюретки для титрования; 4) штативы; 5) пипетки на 1,2 мл; 6) груши; 7) фильтровальная бумага; 8) чашки Петри. Реактивы: 1) сульфат или хлорид марганца (II) – раствор, растворяют 200 г $MnSO_4 \cdot 2H_2O$ (или 240 г $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, или 212,5 г $MnCl_2 \cdot 4H_2O$) в дистиллированной воде и доводят объем до 500 мл; 2) щелочной раствор KI: а) растворяют 75 г KI в 50 мл дистиллированной воды; б) растворяют 250 г NaOH или 350 г KOH в 250 мл дистиллированной воде, оба раствора смешивают и доводят объем до 500 мл; 3) серная кислота плотностью 1,84 г/мл, разбавленный раствор 1:1; 4) тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, 0,02 Н; 5) крахмал, 1 %-й раствор (заварить).

Опыт 3. Реактивы: серебро азотнокислое, 0,01 н. раствор готовить следующим образом – 11,7 г $AgNO_3$ помещают в мерную колбу емкостью 1000 мл, растворяют в бидистилляте и доводят до 1 л.

Титр раствора определяют титрованием 10 мл 0,01 раствора NaCl в присутствии 5–6 капель 5 %-го раствора калия хромовокислого до появления оранжевого оттенка раствора. Нормальность раствора серебра (P_{Ag}) рассчитывают по формуле

$$P_{Ag} = V_1 \cdot N_1 / V, \quad (2)$$

где V_1 – объем раствора натрия хлористого, мл;

N_1 – нормальность раствора натрия хлористого, мл;

V – объем раствора серебра азотнокислого, пошедший на титрование, мл.

Натрий хлористый, 0,01 н. раствор, готовят из фиксаля. Калий хромовокислый, 5 %-й раствор. Растворяют 50 г $K_2C_2O_4$ ЧДА в небольшом объеме бидистиллята и прибавляют раствор нитрата серебра до начала образования красного осадка. После двухчасового отстаивания раствор отфильтровывают и доводят бидистиллятом до 1 л.

Ход работы:

Опыт 1. Определение pH в пробе воды

Полоску индикаторной бумаги поместите в пробирку, содержащую примерно 5 см³ исследуемой воды. Окраску индикаторной бумаги сравните со шкалой.

Опыт 2. Содержание кислорода в пробе воды

1. Пробы воды (аквариумная, горячая питьевая, дождевая, холодная питьевая) отберите в стеклянные емкости (100–150 мл) с притертой пробкой. Для этого вода должна переливаться через край склянки. Заполненную до краев склянку закройте притертой пробкой, чтобы под ней не было пузырьков воздуха.

2. Склянки поместите в чашки Петри и фиксируйте кислород. При этом в склянки, ближе ко дну, при помощи пипетки внесите 1 мл раствора $MnSO_4$ или $MnCl_2$ и 1 мл щелочного раствора KI . Отметьте выпадение осадка бурого цвета. Склянки закройте пробками, при этом из них вылейте 2 мл исследуемой воды в чашку Петри, затем содержимое склянок перемешайте путем перевертывания.

3. Перед титрованием (через 10 мин, так как осадок хорошо должен осесть) к пробе прилейте 2 мл H_2SO_4 (1:1). Раствор соляной кислоты внесите пипеткой в нижнюю часть склянки, при этом часть жидкости слейте через край, что для определения значения не имеет.

Склянку закройте пробкой и содержимое тщательно перемешайте.

При этом осадок $Mn(OH)_3$ бурого цвета должен раствориться. После этого, для титрования, всю пробу перелейте в коническую колбу вместимостью 200–250 мл и оттитруйте 0,02N раствором тиосульфата натрия при непрерывном помешивании до слабо-желтого цвета, после чего добавьте 1 мл 1 %-го раствора крахмала и продолжайте титровать до исчезновения синей окраски.

4. Количество $Na_2S_2O_3$, израсходованное на титрование выделившегося йода, эквивалентно количеству кислорода в растворе.

5. Рассчитайте количество растворенного в воде кислорода. Расчет содержания растворенного в воде кислорода производят по формуле

$$X = A \cdot N \cdot 8 \cdot 1000 / V_1 - V_2, \text{ мг/л}, \quad (3)$$

где X – содержание растворенного в воде кислорода;

A – объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование пробы, мл;

N – нормальность тиосульфата натрия с учетом поправки;

8 – эквивалентная масса кислорода, соответствующая 1 мл 1N раствора тиосульфата натрия, г;

V_1 – объем пробы, взятой для титрования, мл (100–150);

V_2 – объем реактивов, добавленный до образования $Mn(OH)_2$, (2 мл);

1000 – множитель для перевода в мг.

Опыт 3. Определение содержания хлоридов в пробе воды

Отберите мерной колбой емкостью 100 мл анализируемой воды в колбу емкостью 250 мл, прилейте 5 капель 5 %-го раствора калия хромокислого и оттитруйте раствором серебра азотнокислого до перехода лимонно-желтой окраски в оранжево-желтую.

Содержание хлорида (Cl^-) в мг-экв/л рассчитайте по формуле

$$\text{Cl}^- = a \cdot N \cdot 1000 / V, \quad (4)$$

где a – количество раствора серебра азотнокислого, пошедшее на титрование анализируемой воды, мл;

N – нормальность раствора серебра азотнокислого;

1000 – коэффициент пересчета объема, с миллилитра на литр;

V – объем воды, взятой на анализ.

Задание. Сравните рН, содержание кислорода, хлоридов в нескольких пробах воды (дистиллированная, водопроводная, из природного источника).

Результаты экспериментов занесите в таблицу 4.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Таблица 4 – Результаты экспериментов

Проба воды	рН	X, мг/л	Cl^- , мг-экв/л

Контрольные вопросы

1. Какими показателями характеризуется качество воды?
2. Как организовать наблюдение за состоянием водных объектов?
3. Как влияет изменение содержания кислорода на организмы-гидробионты?
4. Охарактеризуйте основные источники загрязнителей воды.
5. Перечислите абиотические факторы в водной среде обитания.

Лабораторная работа № 3

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха веществами, попадающими в окружающую среду в результате работы автотранспорта

Автомобильный транспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды. В крупных городах на долю автотранспорта приходится более половины объема вредных выбросов в атмосферу. Уровни загрязнения воздуха оксидами азота и углерода, углеводородами и другими вредными веществами на большинстве автомагистралей в 5–10 раз превышают предельно допустимые концентрации.

При сжигании в автотранспортных установках топлива в воздух выбрасывается с продуктами сгорания и сернистый ангидрид, который, соединяясь с атмосферной влагой, образует сернистую и серную кислоты, попадающие в конечном счете и в почву, и в воду. Подобные агрессивные вещества оказывают сильное вредное влияние, прежде всего на растительный мир, угнетая леса на больших территориях. Скапливаясь в воздухе, они угрожают также животному миру и человеку, интенсивно разрушают металлические конструкции, лакокрасочные покрытия, бетонные и каменные сооружения. Большой вред наносится зданиям, мостам, архитектурным памятникам и другим сооружениям.

Доля отработавших газов автомобилей в загрязнении атмосферного воздуха больших городов изменяется в зависимости от времени и пропорциональна интенсивности движения транспортных средств. Минимальная концентрация вредных веществ наблюдается в ночные часы, когда их содержание в воздухе в несколько раз меньше, чем днем. Максимальная концентрация отмечается в часы пик. Атмосфера улиц самоочищается в результате проветривания. При одной и той же интенсивности движения большее загрязнение воздуха отмечается в районах, плотно застроенных высокими зданиями, и вдоль дорог с узкой проезжей частью.

В автомобильных двигателях химическая энергия топлива преобразуется в тепловую, а затем в механическую работу. Процесс высвобождения химической энергии реализуется посредством горения, при котором реагенты энергоносителя соединяются с кислородом. В продуктах окислительных реакций содержатся: оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды, альдегиды, соединения

свинца, бенз(а)пирен, оксиды серы, углеводороды и другие побочные продукты горения.

В транспортном машиностроении в той или иной степени используется ртуть. Заражение среды обитания ртутью представляет большую опасность. Установлено, что ртуть не только расстраивает здоровье, но и нарушает генетический аппарат, оказывая отрицательное воздействие на последующие поколения.

По воздействию на организм человека компоненты отработавших газов подразделяются на следующие виды:

- **токсичные** – оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды, альдегиды, соединения свинца;
- **канцерогенные** – бенз(а)пирен;
- **раздражающего действия** – оксиды серы, углеводороды.

Влияние перечисленных компонентов отработанных газов на организм человека зависит от их концентрации в атмосфере и продолжительности действия.

Оксид углерода при вдыхании попадает в кровь и образует комплексное соединение с гемоглобином – карбоксигемоглобин. Оксид углерода реагирует с гемоглобином в 210 раз быстрее, чем кислород, что приводит к развитию кислородной недостаточности. Признаками кислородной недостаточности являются нарушения в ЦНС, поражения дыхательной системы, снижение остроты зрения. Увеличенные среднесуточные концентрации оксида углерода способствуют возрастанию смертности лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Оксид углерода в воздухе в зависимости от степени концентрации вызывает слабое отравление через 1 ч (концентрация $C = 0,05$ об.%), потерю сознания через несколько вдохов ($C = 1$ об.%).

Из оксидов азота наибольшую опасность представляет *диоксид азота* NO_2 . Воздействие оксидов азота на человека приводит к нарушению функций легких и бронхов. Воздействию оксидов азота в большей степени подвержены дети и люди, страдающие сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Оксиды азота в воздухе в зависимости от концентрации вызывают раздражение слизистых оболочек носа и глаз ($C = 0,001$ об.%), начало кислородного голодания ($C = 0,001$ об.%), отек легких ($C = 0,008$ об.%).

Сернистый ангидрид в воздухе даже в относительно низких концентрациях увеличивает смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, способствует возникновению бронхитов, астмы и других респираторных заболеваний.

Углеводороды в результате фотохимических реакций с оксидами азота образуют смог. *Бенз(а)пирен*, попадая в организм человека, постепенно накапливается до критических концентраций и стимулирует образование злокачественных опухолей.

Сажа не представляет непосредственной опасности для человека. Сажа является адсорбентом канцерогенных веществ и способствует усилению влияния других токсических компонентов, например сернистого ангидрида.

Свинец способен накапливаться в организме, попадая в него через дыхательные пути, с пищей и через кожу. Поражает ЦНС и кровеносные органы.

В первую очередь воздействию токсических составляющих отработавших газов подвергается водитель автомобиля. Анализ воздуха в кабинах транспортных средств показал, что концентрация оксида углерода (особенно в кабинах грузовых автомобилей) может превышать предельно допустимые нормы.

Выбросы SO₂ являются причиной выпадения серно-кислотных осадков, способствующих закислению почвы, воды и разрушению облицовки зданий. Возрастание концентрации оксида углерода опасно возникновением парникового эффекта, который приводит к возрастанию температуры воздуха у поверхности Земли.

Пути снижения вредного воздействия этих выбросов следующие.

Переход на газ или неэтилированный бензин (токсичность при этом снижается в 18–22 раза), повышение полноты сгорания за счет автоматического управления процессом, специальных систем и регулировок (это сказывается и на расходе бензина). Замена карбюраторных двигателей, где это возможно, дизельными, дающими менее вредные выбросы.

Решение вопросов по созданию электротранспорта, в т. ч. по величине пробега с одной зарядки и снижению выбросов от аккумуляторных батарей. Перевод общественного транспорта на электрическую тягу там, где нет дефицита энергии (метро, троллейбусы и др.).

Значительна роль архитектурно-планировочных мероприятий и зеленых насаждений в снижении количества и уменьшении вредности выбросов. Специальные развязки и объезды, улучшение качества дорог и ликвидация ненужных участков торможения могут увеличить среднюю скорость движения транспорта. При этом, если скорость возрастает, к примеру, с 20 до 60 км/ч, общее количество выбросов уменьшится в 4–5 раз, а наиболее вредных (например, бенз(а)пирена) –

еще значительно. При остановке у светофоров выбросы вредных веществ увеличиваются в 1,5–2 раза даже по сравнению с движением на первой скорости. Дороги с интенсивным движением следует выносить за пределы жилых и рекреационных зон или хотя бы защищать эти зоны «зеленым щитом» от загазованности. Даже однорядная высадка деревьев с кустарниками (высотой 1,5 м) на ширине 3–4 м снижает уровень загазованности на 10–15 %, а при 4 рядах шириной 30–50 м – на 60–70 %.

Определяющее внимание транспорта на состояние окружающей среды требует особого внимания к применению новых экологически чистых видов топлива. К ним относится, прежде всего, сжиженный или сжатый газ.

Кроме сжиженного (сжатого газа) многие специалисты предрекают большое будущее жидкому водороду, как практически идеальному с экологической точки зрения моторному топливу. Но существуют проблемы, связанные как со свойствами самого водорода, так и его производством. Как горючее для транспорта водород удобнее и безопаснее в жидком виде, где в пересчете на 1 кг он превосходит по калорийности керосин в 6,7 раза и жидкий метан в 1,7 раза. В то же время плотность жидкого водорода меньше, чем у керосина, почти на порядок, это требует больших баков, которые необходимо теплоизолировать, что также влечет за собой дополнительный вес и объем. Высокая температура горения водорода приводит к образованию значительного количества экологически вредных окислов азота, если окислителем является воздух. Истинный перелом в мировой топливной базе на основе водорода может быть достигнут путем принципиального изменения способа его производства, когда исходным сырьем станет вода, а первичным источником энергии – солнце или сила падающей воды.

Цель работы: изучить экспресс-методику определения степени загрязнения атмосферного воздуха токсическими веществами, содержащимися в выхлопных газах городского автотранспорта.

Оборудование, реактивы, материалы: калькулятор; ручка; блокноты; секундомер; линейка.

Ход работы:

1. Выберите участок автотрассы вблизи учебного заведения (места жительства, отдыха) длиной 0,5–1 км, имеющий хороший обзор.

2. Определите число единиц автотранспорта, проходящего по участку в течение 20 мин. Получив у преподавателя расчетные данные по длине участка, приступите к вычислениям. При этом заполните таблицу 5.

Таблица 5 – Количество единиц автотранспорта

Тип автотранспорта	Всего за 20 мин	За 1 час N_j	Общий путь за 1 час L_j , км
Легковые автомобили (бензиновые, дизельные)			
Грузовые автомобили			
Автобусы (бензиновые, дизельные)			
Газели			

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, может быть оценено расчетным методом. Исходными данными для расчета количества выбросов являются:

- число единиц автотранспорта, проезжающего по выделенному участку автотрассы в единицу времени;
- нормы расхода топлива автотранспортом (средние нормы расхода топлива автотранспортом при движении в условиях города приведены в таблице 6).

Таблица 6 – Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Удельный расход топлива Y_j , л/км (диз. топливо)	Удельный расход топлива Y_j , л/км (бензин)
Легковые автомобили	0,09–0,11	0,11–0,13
Автобусы дизельные	0,38–0,41	
Автобусы бензиновые	–	0,41–0,44
Грузовые автомобили	0,31–0,34	
Газель	–	0,15–0,17

Значения эмпирических коэффициентов K , определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего, приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Коэффициенты выброса

Вид топлива	Значение коэффициента К		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Коэффициент К численно равен количеству вредных выбросов соответствующего компонента при сгорании в двигателе автомашины количества топлива, равного удельному расходу (л/км).

Задание:

1. Рассчитайте общий путь, пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 ч (L_j , км), по формуле

$$L_j = N_j \cdot L, \quad (5)$$

где j – обозначение типа автотранспорта;

L – длина участка, км;

N_j – число автомобилей каждого типа за 1 ч.

2. Рассчитайте количество топлива (Q_j , л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин, по формуле

$$Q_j = L_j \cdot Y_j. \quad (6)$$

Определите общее количество сожженного топлива каждого вида и занесите результаты в таблицу 8.

Таблица 8 – Расход топлива

Тип автомобиля	L_j	Q_j	
		Бензин	Дизельное топливо
1. Легковые автомобили (бензиновые, дизельные)			
2. Автобусы дизельные			
3. Автобусы бензиновые			
4. Грузовые автомобили			
5. Газель			
Всего	ΣQ		

3. Рассчитайте объем выделившихся загрязняющих веществ в литрах по каждому виду топлива, перемножая соответствующие значения ΣQ и эмпирические коэффициенты K . Занесите результат в таблицу 9.

Таблица 9 – Объем выбросов

Вид топлива	ΣQ , л	Количество вредных веществ, л		
		Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин				
Дизельное топливо				
Всего	V , л			

Рассчитайте массу выделившихся вредных веществ (m , г) по формуле

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4}, \quad (7)$$

где M – молекулярная масса (для CO – 28, для NO_2 – 46, средняя молекулярная масса для углеводородов – 43).

4. Сделайте вывод, сравнив фактическую концентрацию выбросов, поступивших в атмосферу, и ПДК (табл. 10).

5. Определите среднесуточную концентрацию вредных веществ (C_{cc} , mg/m^3) в атмосферном воздухе района, с учетом того, что объем используемого воздуха вблизи участка дороги длиной 100 м составляет примерно 20 000 m^3 . Следует также учитывать большую интенсивность движения автотранспорта в дневное время.

Сопоставьте полученные результаты с $ПДК_{cc}$ для каждого из вредных веществ и сделайте вывод о степени антропогенного загрязнения атмосферы исследованного района.

По результатам работы оцените экологическую ситуацию на данном участке дороги и разработайте мероприятия по уменьшению количества выбросов и защите атмосферного воздуха и человека от их воздействия.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Таблица 10 – Оценка экологической ситуации
на исследуемом участке дороги

Вид вредного выброса	Кол-во, л (объем)	Масса, г	Значение ПДК, мг/м ³	Среднесуточный ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Угарный газ			3,0	3,0	4
Углеводороды			0,1	1,5	3
Диоксид азота			0,04	0,04	2

Контрольные вопросы

1. Какие вещества относятся к загрязнителям воздуха?
2. Какой вклад вносит автотранспорт в загрязнение объектов окружающей среды в городах?
3. Сравните загрязняющие вещества, выделяемые бензиновыми и дизельными двигателями. Какой тип топлива наносит больший вред окружающей среде?
4. Какие прямые критерии оценки состояния атмосферы вы знаете?
5. Как загрязнение воздуха воздействует на жизнедеятельность растительных и животных организмов?
6. Предложите комплекс мер, содействующих решению экологических проблем, связанных с автотранспортом.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО РАЗДЕЛУ 1

Задание № 1. Вставьте фамилию ученого, предложившего термин «экология».

«Экология – это наука о взаимодействиях живых организмов между собой и с окружающей средой» – этот термин впервые предложил _____.

Задание № 2. Вставьте объекты изучения современной экологии.

Н.Ф. Реймерс формулирует современное определение науки экология как «совокупность научных дисциплин, исследующих взаимоотношения _____ между собой и окружающей средой».

Задание № 3. Опишите предмет и содержание науки «экология».

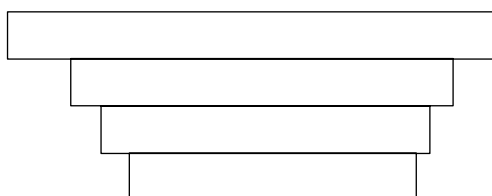
Предмет изучения науки «экология» _____ . Содержание науки «экология» _____ .

Задание № 4. Назовите задачи прикладной и теоретической экологии (табл. 11).

Таблица 11 – Задачи экологии

Задачи теоретической экологии	Задачи прикладной экологии

Задание № 5. Рассмотрите схему рисунка 3 и впишите объекты исследования науки «экология» в порядке их усложнения.



Объекты исследования: экосистема, популяция, биосфера, особь.

Рисунок 3 – Уровни организации биосистем

Задание № 6. Исходя из того, что окружающая человека среда – это среда обитания и производственной деятельности человечества, дайте определение и приведите примеры сред, окружающих человека (табл. 12).

Таблица 12 – Характеристика различных сред, окружающих человека

Термин	Определение	Пример
Природная среда		
Абиотическая среда		
Биотическая среда		
Антропогенная среда		
Артеприродная среда		
Квазиприродная среда		
Социально-психологическая среда		
Социально-экономическая среда		
Культурная среда		
Производственная среда		

Селитебная среда		
------------------	--	--

Задание № 7. Укажите связи представленных наук с наукой «экология» (табл. 13).

Таблица 13 – Связь науки «экология» с другими науками

Наука	Связь с наукой «экология»
Биология	
Химия	
Физика	
Математика	
География	
Геология	
Социология	
Культурология	
Медицинские науки	
Сельскохозяйственные науки	
Экономика	
Правовые науки	

Задание № 8. Дайте определение термин. Укажите, кто и когда ввел этот термин (табл. 14).

Таблица 14 – Основные экологические термины

Термин	Определение	Кто ввел термин	Год введения термина
Популяция			
Экосистема			
Биоценоз			
Биотоп			
Биогеоценоз			

Задание № 9. Укажите различия в сущности терминов экосистема и биогеоценоз (табл. 15).

Таблица 15 – Сравнительный анализ терминов «экосистема» и «биогеоценоз»

Экосистема	Биогеоценоз

--	--

Задание № 10. Укажите объект исследования и задачи подразделений экологии, указанных на рисунке 4.

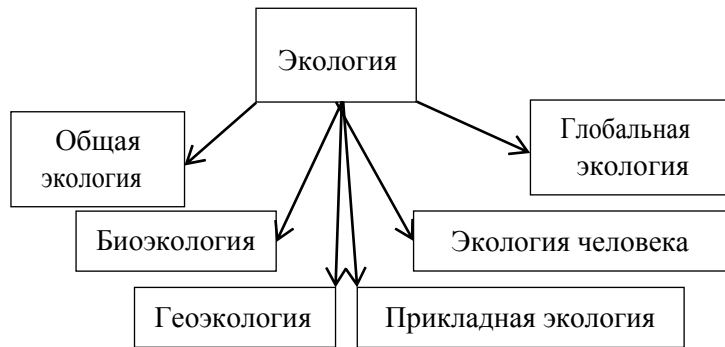


Рисунок 4 – Подразделения экологии

Задание № 11. Опишите, какие вопросы изучают подразделения общей экологии.

Теоретическая экология _____

Математическая экология _____

Экспериментальная экология _____

Задание № 12. Укажите объект исследования подразделений биоэкологии.

Аутэкология изучает экологию _____

Демэкология изучает экологию _____

Синэкология изучает экологию _____

Задание № 13. Перечислите подразделения геоэкологии, укажите их задачи и объекты исследований.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

Задание № 14. Укажите разделы прикладной экологии.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

Задание № 15. Приведите отличия биоэкологии человека и социальной экологии.

Задание № 16. Опишите круг задач глобальной экологии.

Задание № 17. Приведите примеры к законам, сформулированным американским экологом Б. Коммонером (1974):

1. «Все связано со всем». Пример: _____
2. «Все должно куда-то деваться». Пример: _____
3. «Природа знает лучше». Пример: _____
4. «Ничто не дается даром». Пример: _____

Задание № 18. Укажите наиболее значимые, на ваш взгляд, экологические проблемы, отметьте их характерность для региона, страны, биосферы в целом, поставив отметку в соответствующей ячейке (табл. 16).

Таблица 16 – Экологические проблемы экосистем

Экологические проблемы	Характерны		
	для Красноярского края	России	биосферы в целом
1.			
2.			
3.			
...			

Задание № 19. Назовите составляющие биотического компонента экосистемы, записав их под соответствующим номером на рисунке 5.

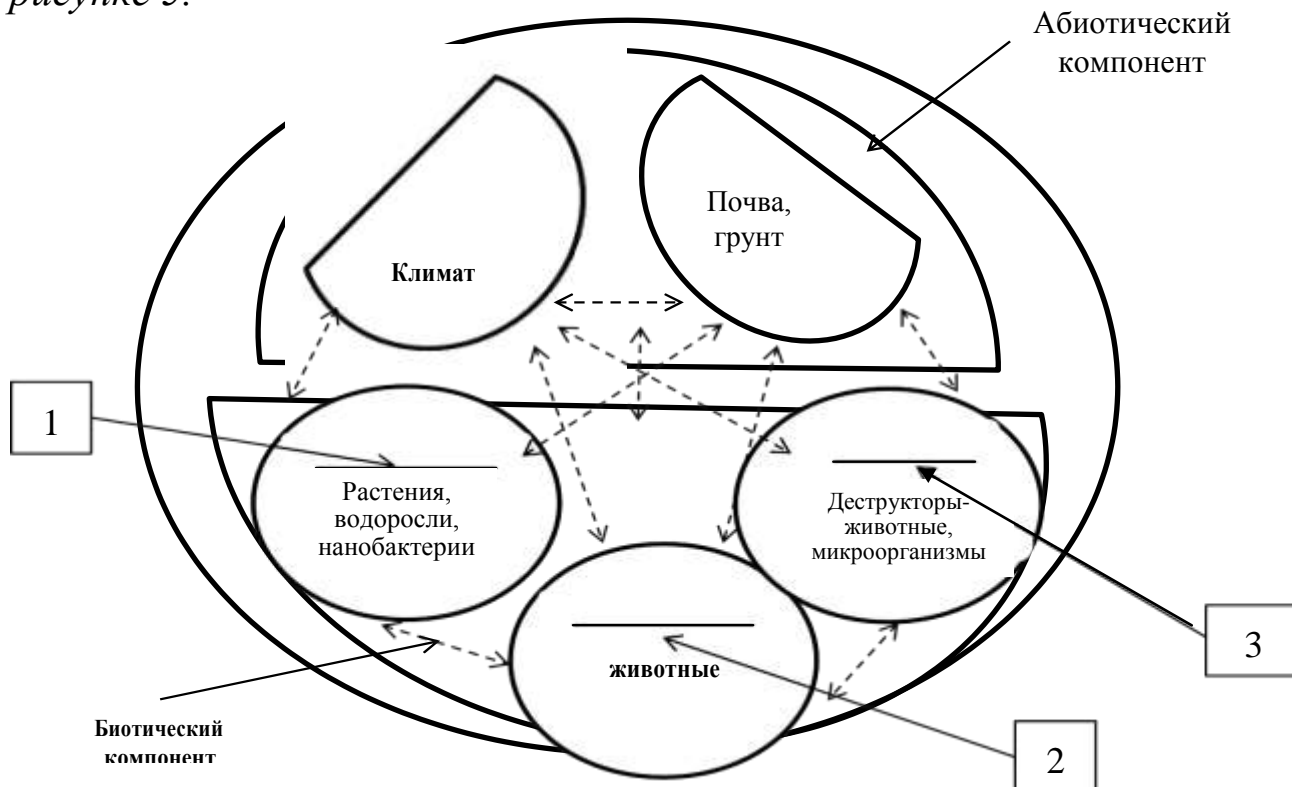


Рисунок 5 – Структура экосистемы:

1 – _____ ; 2 – _____ ; 3 – _____

Задание № 20. Дайте определение понятиям авто- и гетеротрофный тип питания.

Задание № 21. Дайте определение и укажите роль составляющих биоценоза в биосфере.

Продуценты

Определение: _____

Роль в биосфере: _____

Роль деятельности продуцентов в эволюции биосферы: _____

Консументы

Определение: _____

Роль в биосфере: _____

Редуценты

Определение: _____

Роль в биосфере: _____

Задание № 22. Охарактеризуйте химизм фотосинтеза, записав химическую формулу реакции.

Задание № 23. Приведите примеры фото- и хемотрофных организмов.

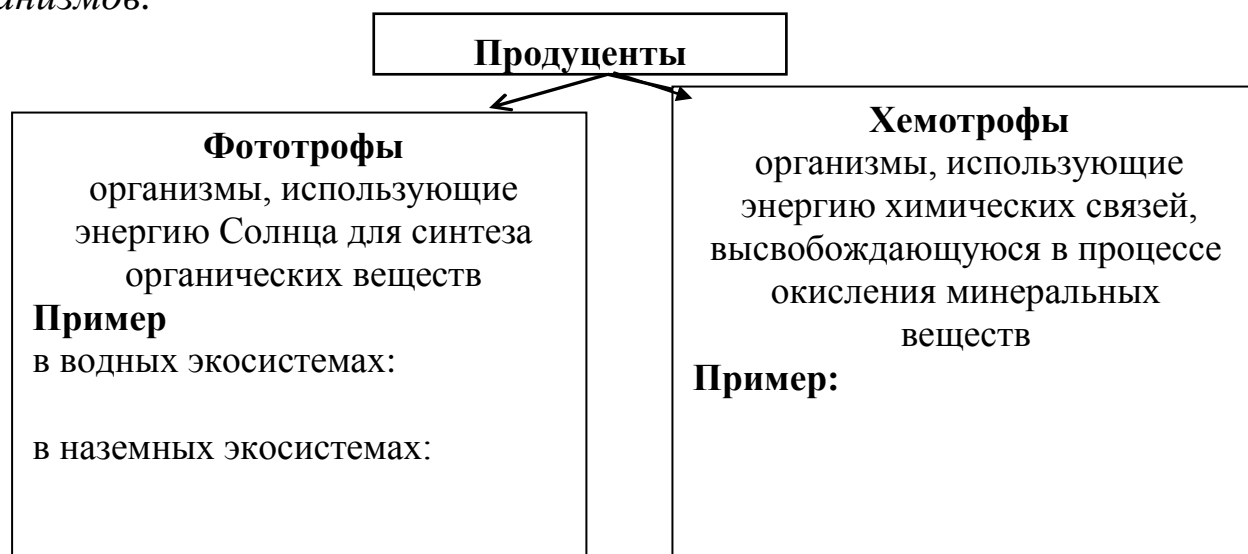


Рисунок 6 – Продуценты экосистем

Задание № 24. Расположите в таблице 17 консументы в зависимости от их порядка: сова, гельминты хищных животных, косуля, мышь, овод, щука, растение-хищник росянка, волк, комар, ястреб, заяц, кузнечик.

Таблица 17 – Консументы экосистем

Порядок консумента	Консумент
1 порядка	
2 порядка	
3 порядка	

Задание № 25. Приведите примеры организмов-редуцентов.

Животные-деструкторы _____

Плесневые грибки _____

Бактерии _____

Задание № 26. Дайте определение понятию биогены.

Задание № 27. Охарактеризуйте биогенные элементы и обоснуйте необходимость их поступления в организмы (табл. 18).

Таблица 18 – Биогенные элементы

Биогенные элементы	Необходимость для организма	Содержащиеся в пище вещества, в которых содержатся биогенные элементы	
		для автотрофов	гетеротрофов
Первозлементы: водород, углерод, кислород, азот, фосфор, сера			
Макроэлементы: калий, натрий, кальций, магний, хлор, кремний			
Эссенциальные микроэлементы: железо, медь, цинк, марганец, хром, селен, молибден, йод, кобальт, фтор			

Задание № 28. Опишите основные климатические факторы.

1. _____
2. _____
3. _____

4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

Задание № 29. Сравните и опишите экологические термины: биотоп, экотоп, климатоп, эдафотоп.

Задание № 30. Вставьте пропущенное слово.

Фитоценоз – совокупность _____ на относительно однородном участке земной поверхности.

Зооценоз – структурный компонент экосистемы, совокупность _____, которые входят в состав биоценоза.

Микробиоценоз – совокупность популяций _____ разных видов, обитающих в определенном биотопе.

Задание № 31. Укажите различия между понятиями «биогеоценоз» и «агроценоз».

Таблица 19 – Сравнительная характеристика биогеоценоза и агроценоза

Биогеоценоз	Агроценоз

Задание № 32. Дайте определение и приведите примеры указанных экосистем (табл. 20).

Таблица 20 – Классификация экосистем по происхождению

Тип экосистем	Пример
Естественные – это _____	
Модифицированные – это _____	
Трансформированные – это _____	
Искусственные – это _____	

Задание № 33. Приведите примеры различных по размеру экосистем (табл. 21).

Таблица 21 – Классификация экосистем по размерам

Тип экосистем	Примеры
Микроэкосистема	1. 2. 3.
Мезоэкосистема	1. 2. 3.
Макроэкосистема	1. 2. 3.
Мегаэкосистема (глобальная)	1. 2. 3.

Задание № 34. В схеме иерархии экосистем приведите примеры (рис. 7).

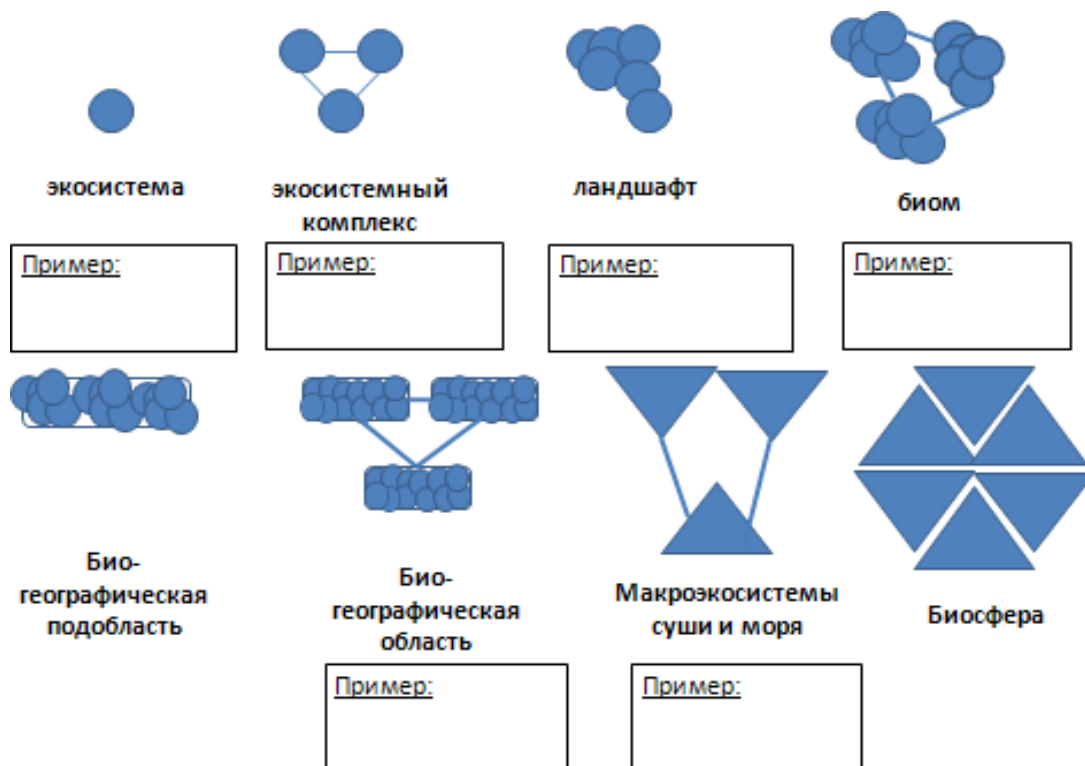


Рисунок 7 – Экосистемы биосферы

Задание № 35. Дайте характеристику и приведите примеры основных антропогенных ландшафтов (табл. 22).

Таблица 22 – Основные антропогенные ландшафты

Ландшафт	Характеристика	Пример
Промышленный		
Сельскохозяйственный		
Линейно-дорожный		
Лесокультурный		
Водный антропогенный		
Селитебный		
Беллигеративный		

Задание № 36. Дайте характеристику температурному и влажностному режиму, образованию гумуса, биоразнообразию основных биомов биосферы и приведите примеры характерных для этих биомов экологических проблем (табл. 23).

Таблица 23 – Характеристика основных биомов биосферы

Биом	Биоразнообразие	Образование гумуса	Экологические проблемы
1	2	3	4
Полярные пустыни (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Тундра (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Тайга (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Смешанные леса (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Широколиственные леса (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Лесостепь (температурный режим, коэффициент увлажнения)			

Окончание табл. 23

1	2	3	4
Степи (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Полупустыня (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Пустыни (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Саванны (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Влажные тропические леса (температурный режим, коэффициент увлажнения)			
Области высокой поясности (температурный режим, коэффициент увлажнения)			

Задание № 37. Укажите представителей флоры и фауны биогеографических областей Земли.

Неоарктическая область (полностью Северная Америка и острова Ньюфаундленд, Гренландия)

Продуценты (растения): _____

Животные (консументы): _____

Палеоарктическая область (северная часть Евразии, а на юге она доходит до районов Индии, Индокитая)

Продуценты (растения): _____

Животные (консументы): _____

Индо-Малайская, или Восточная, область (охватывает Индию, Индокитай и острова Цейлон, Яву, Суматру, Борнео, Тайвань, Филиппины)

Продуценты (растения): _____

Животные (консументы): _____

Неотропическая область (охватывает Южную и Центральную Америку, тропическую часть Мексики и острова Карибского моря)

Продуценты (растения): _____

Животные (консументы): _____

Эфиопская область (Африка, остров Мадагаскар и южный регион Аравийского полуострова)

Продуценты (растения): _____

Животные (консументы): _____

Австралийская область (Австралия, острова Тасмания, Новая Гвинея, Новая Зеландия и острова Тихого океана, а также пустынные природные сообщества центральной части Австралии и степные массивы)

Продуценты (растения): _____

Животные (консументы): _____

Задание № 38. *Дайте определение понятиям.*

Трофический уровень _____

Пищевая цепь _____

Пищевая сеть _____

Задание № 39. *Поясните понятия «пастбищная пищевая цепь» и «детритная пищевая цепь», приведите примеры и укажите трофический уровень (табл. 24, 25).*

Пастбищная пищевая цепь _____

Таблица 24 – Пример пастбищной пищевой цепи

Пищевая цепь	?	Консумент 1 порядка	Консумент 2 порядка	Консумент 3 порядка
Организмы				
Трофический уровень				

Детритная пищевая цепь _____

Таблица 25 – Пример детритной пищевой цепи

Пищевая цепь	?	Консумент 1 порядка	Консумент 2 порядка	Консумент 3 порядка
Организмы				
Трофический уровень				

Задание № 40. *Получите задание у преподавателя для описания экосистемы (табл. 26).*

Таблица 26 – Карточка-задание

Экосистема (название экосистемы – укажите название конкретной, выбранной вами экосистемы)		
Компоненты экосистемы		Описание компонентов
Биогены	Неорганические вещества	
	Органические вещества	
Климатические факторы	Солнечная радиация	
	Температура	Среднегодовая Диапазон колебаний (min – max)
	Влажность	Виды осадков Относительная влажность воздуха Доступные резервы пресной воды
	Атмосферное давление	
	Подвижность воздуха	
Продуценты	Растения	Травянистые Кустарниковые Древесные
Консументы	1-го порядка	
	2-го порядка	
	3-го порядка	
Редуценты	Насекомые	
	Черви	
	Грибы	
	Бактерии	

Задание № 41. Дайте определение термину «биосфера».

Биосфера _____

Задание № 42. Назовите фамилии ученых.

Ввел термин «Биосфера» _____

Автором учения о биосфере является _____

Задание № 43. Назовите основные оболочки Земли (табл. 27).

Таблица 27 – Геооболочки планеты

Оболочка	Определение
	Газовая оболочка, окружающая Землю

	Верхняя твердая оболочка Земли, ограниченная сверху атмо- и гидросферой, а снизу – астеносферой
	Прерывистая водная оболочка Земли

Задание № 44. *Опишите оболочки биосферы, расположенной в атмосфере (табл. 28).*

Таблица 28 – Структура биосферы, расположенная в атмосфере

Структурная единица биосферы	Описание структурной единицы биосферы
Пример	
АРТЕБИОСФЕРА <i>(от лат. ars (artis) – искусство и биосфера)</i>	Пространство человеческой экспансии в ближнем (околоземном) космосе, т. е. тот слой, в котором летают обитаемые искусственные спутники земли
АПОБИОСФЕРА <i>(от греч. арб – без и биосфера)</i> выше 60–80 км поверхности Земли	
ПАРАБИОСФЕРА <i>(от греч. пара – рядом, возле, вне и биосфера)</i> между 6–7 и 60–80 км над поверхностью Земли	
АЭРОБИОСФЕРА <i>(от аеро – газ и биосфера)</i> от 0 до 6–7 км над поверхностью Земли – приземный слой атмосферы, в котором постоянно присутствуют живые организмы и где они при наличии подходящих субстратов способны нормально жить и размножаться	
АЛЬТОБИОСФЕРА <i>(от лат. altus – высокий и биосфера)</i> между 5–6 и 6–7 км над поверхностью Земли	
ТРОПОБИОСФЕРА <i>(от греч. trope – поворот, изменение и биосфера)</i> от 0 до 3–4 км над поверхностью Земли (при подъеме в тропосфере температура понижается в среднем на 0,65 градуса через каждые 100 м)	

Задание № 45. Опишите оболочки литобиосферы (табл. 29).

Таблица 29 – Структура литобиосферы

Структурная единица биосферы	Описание структурной единицы биосферы
ЛИТОБИОСФЕРА (от греч. <i>lithos</i> – камень и биосфера) часть биосферы, занимающая верхние слои литосферы и населенная геобионтами	
ФИТОСФЕРА (от греч. <i>phyton</i> растение, побег и <i>sphaira</i> – шар) до 150 м над поверхностью Земли	
ПЕДОСФЕРА (от греч. <i>pedon</i> – грунт, и <i>sphaira</i> – шар) на глубинах до 1 км	
ТЕЛЛУРОБИОСФЕРА (от лат. <i>telluris</i> – Земля и биосфера) на глубинах от 1 до 4–5 км	
ГИПОБИОСФЕРА (от греч. <i>hupo</i> – под, внизу и биосфера) на глубинах от 4–5 до 6 км	
МЕТАБИОСФЕРА (от греч. <i>meta</i> – между, после, через и биосфера) на глубинах от 6 до 15 км	
АБИОСФЕРА на глубинах ниже 15 км, где вода превращается в пар	

Задание № 46. Опишите оболочки гидробиосферы (табл. 30).

Таблица 30 – Структура гидробиосферы

Структурная единица биосферы	Описание структурной единицы биосферы
1	2
ГИДРОБИОСФЕРА (от греч. <i>hydor</i> – вода и биосфера) – гидросфера без подземных вод, населенная гидробионтами	

ФОТОБИОСФЕРА (от греч. <i>hotos</i> – свет и биосфера)	
---	--

Окончание табл. 30

1	2
ДИСФОТСФЕРА (от <i>dis</i> – отсутствие, недостаток <i>hotos</i> – свет и биосфера)	
АФОТОСФЕРА (от греч. <i>a</i> – отрицание <i>hotos</i> – свет и биосфера)	

Задание № 47. Укажите факторы, определяющие границы биосферы.

В атмосфере _____

В литосфере _____

Задание № 48. Дайте определения терминам, которые ввел В.И. Вернадский, приведите пример (табл. 31).

Таблица 31 – Учение о биосфере (определения, примеры)

Термин (определение)	Пример
Поле существования жизни – это _____	
Живое вещество – это _____	
Косное вещество – это _____	
Биогенное вещество – это _____	
Биокосное вещество – это _____	
Ноосфера – это _____	

Задание № 49. Опишите функции живого вещества, приведите пример (табл. 32).

Таблица 32 – Функции живого вещества

Функции (описать)	Пример
Энергетические функции живого вещества (описать)	
Газовые функции живого вещества (описать)	
Концентрационные функции живого вещества (описать)	
Окислительно-восстановительные функции живого вещества (описать)	
Деструктивные функции живого вещества (описать)	

Задание № 50. *Поясните эмпирические обобщения, сделанные В.И. Вернадским.*

1. «Всякая система достигает устойчивого равновесия» _____
2. «Принцип целостности биосферы» _____
3. «Принцип гармонии биосферы и ее организованности» _____
4. «Космическая роль биосферы в трансформации энергии» _____
5. «Космическая энергия вызывает давление жизни» _____
6. «Понятие автотрофности» _____
7. «Жизнь целиком определяется полем устойчивости зеленой растительности» _____
8. «Жизнь оставалась в течение геологического времени постоянной, менялась только ее форма» _____
9. «Постоянство количества живого вещества в биосфере» _____
10. «Всюдность жизни в биосфере» _____
11. «Роль живого в эволюции Земли» _____

Задание № 51. *Впишите термин в закон биогенной миграции атомов В.И. Вернадского и приведите пример.*

«Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется при непосредственном участии _____ вещества.

Пример: _____

Задание № 52. *Поясните следующее утверждение:*

«Круговорот веществ – необходимое условие существования биосферы».

Задание № 53. *Укажите источник энергии.*

Движущей силой круговорота веществ является _____

Задание № 54. *Дайте характеристику большому (геологическому) и малому (биотическому) круговороту веществ.*

Большой (геологический) круговорот веществ _____

Малый (биотический) круговорот веществ _____

Задание № 55. *Нарисуйте схему большого круговорота веществ на примере круговорота воды.*

Задание № 56. *Укажите источники поступления CO_2 в атмосферу.*

Естественного (природного) происхождения: _____

Антропогенного происхождения: _____

Задание № 57. *Дайте определение автотрофному процессу, приведите пример организмов, осуществляющих это процесс, ука-*

жите вещества, которые образуются в организмах в результате этого процесса.

Определение автотрофного процесса в экосистеме: _____

Пример организмов автотрофов: _____

Какие вещества образуются при фиксации CO₂ автотрофными организмами организмов?

Задание № 58. Дайте определение гетеротрофному процессу, приведите пример организмов, осуществляющих этот процесс, укажите вещества, которые образуются в организмах в результате этого процесса.

Определение гетеротрофного процесса в экосистеме: _____

Пример организмов гетеротрофов-консументов: _____

Пример организмов гетеротрофов-редуцентов: _____

Какие вещества образуются при трансформации органических веществ в организмах консументов?

Какие вещества образуются при трансформации органических веществ в организмах редуцентов?

Задание № 59. Охарактеризуйте основные процессы разложения органических веществ (табл. 33).

Таблица 33 – Характеристика основных процессов разложения органических веществ

Процесс	Начальное вещество	Конечный продукт	Среда, в которой происходит процесс	Микроорганизмы, вызывающие разложение
Целлюлозолитический	Целлюлоза			
Гниение	Белки			

Задание № 60. Приведите определение, роль, способы и скорость восстановления гумуса.

Определение, роль в экосистеме _____

Опишите, как образуется гумус _____

Приведите способы восстановления гумусового слоя _____

Назовите продолжительность восстановления 1 см гумуса _____

Задание № 61. Приведите схему круговорота углерода.

Задание № 62. Приведите примеры нарушений круговорота веществ, вызванных деятельностью человека.

Задание № 63. Назовите начальный и промежуточный продукт

азотфиксации и приведите примеры возбудителей этого процесса (табл. 34).

Таблица 34 – Химизм процесса азотфиксации

Начальный продукт азотфиксации	Промежуточный продукт азотфиксации	Конечный продукт азотфиксации
?	?	Белок микробный Белок растительный

Микроорганизмы, вызывающие азотфиксацию:

Мутуалистические симбионты _____

Свободноживущие аэробные микроорганизмы _____

Свободноживущие анаэробные микроорганизмы _____

Задание № 64. Назовите начальный и конечный продукт процесса аммонификации и приведите примеры возбудителей этого процесса (табл. 35).

Таблица 35 – Химизм процесса аммонификации

Начальный продукт аммонификации	Промежуточный продукт аммонификации	Конечный продукт аммонификации
?	Аминокислоты	?

Микроорганизмы, вызывающие аммонификацию:

В аэробных условиях – _____

В анаэробных условиях – _____

Задание № 65. Назовите начальный и промежуточный продукт процесса нитрификации и приведите примеры возбудителей этого процесса (табл. 36).

Таблица 36 – Химизм процесса нитрификации

Начальный продукт нитрификации	Промежуточный продукт нитрификации	Конечный продукт нитрификации
?	?	Нитраты (NO_3^-)

Микроорганизмы, вызывающие нитрификацию: _____

Задание № 66. Назовите промежуточный и конечный продукт процесса денитрификации и приведите примеры возбудителей этого процесса

процесса (табл. 37).

Таблица 37 – Химизм процесса денитрификации

Начальный продукт денитрификации	Промежуточный продукт денитрификации	Конечный продукт денитрификации
Нитраты (NO_3^-)	?	?

Микроорганизмы, вызывающие денитрификацию _____

Задание № 67. Приведите схему круговорота азота.

Задание № 68. Приведите пример негативного вмешательства деятельности человека в круговорот азота.

Задание № 69. Назовите соединения азота, вызывающие выпадение осадков с кислой реакцией («кислотные дожди»).

Задание № 70. Назовите источники поступления фосфора в пищевые сети.

Задание № 71. Приведите схему круговорота фосфора.

Задание № 72. Укажите особенности круговорота фосфора в водной экосистеме, поясните незамкнутость круговорота фосфора.

Задание № 73. Приведите пример негативного вмешательства деятельности человека в круговорот фосфора.

Задание № 74. Приведите схему круговорота серы.

Задание № 75. Назовите, какие серосодержащие вещества образуются при аэробном и анаэробном разложении белка.

Серосодержащие вещества при аэробном разложении белка –

Серосодержащие вещества при анаэробном разложении белка –

Задание № 76. Укажите, чем опасен для человека сероводород.

Задание № 77. Приведите пример негативного вмешательства деятельности человека в круговорот серы.

Задание № 78. Назовите соединения серы, вызывающие выпадение осадков с кислой реакцией («кислотные дожди»).

Задание № 79. Сделайте вывод о современном состоянии круговоротов веществ в биосфере.

Вывод: _____

Задание № 80. Укажите, какой процесс преобладал в биосфере до середины XX века, приведите аргументацию.

А. Автотрофный процесс.

В. Гетеротрофный процесс.

Задание № 81. Сравните естественные и искусственные экосистемы, отметив разницу в указанных категориях (табл. 38).

Таблица 38 – Сравнительная характеристика естественных и искусственных экосистем

Характеристика экосистем	Естественные	Искусственные
Количество видов в экосистеме		
Целостность		
Устойчивость		
Саморегуляция		
Динамическое равновесие		
Зависимость от энергии, вносимой человеком		
Длина цепей питания		

Задание № 82. Сравните понятия, характеризующие видовую структуру биоценоза.

Видовое богатство – _____ .

Видовое разнообразие – _____ .

Задание № 83. Установите соответствие между видами биотических связей и примерами.

1. Вид-доминат А. Вид-компонент консорции, зависящий непосредственно от видов-доминантов (эдификаторов)

2. Вид-эдификатор В. Вид, который по своей численности, продукции и месту в трофоэнергетических цепях формирует основу сообщества

3. Вид-консорт С. Преобладающий в биоценозе вид (обычно растений) с сильно выраженной средообразующей способностью

Задание № 84. Сравните понятия:

– экологическая ниша вида _____ .

– ареал _____ .

Задание № 85. Дайте определение понятию «популяция».

Задание № 86. Сравните различные виды популяций (табл. 39).

Таблица 39 – Сравнительная характеристика пространственной структуры популяции

Признак	Популяции		
	географические	экологические	этологические

1	2	3	4
Морфологические признаки			

Окончание табл. 39

1	2	3	4
Биоритмы			
Возможность иммиграций и эмиграций			
Свободный обмен генов			

Задание № 87. *Сделайте вывод о значении пространственной структуры популяции.*

Задание № 88. *Приведите пример животных, которые обладают соответствующим образом жизни (табл. 40).*

Таблица 40 – Этологическая структура популяций животных

Образ жизни	Пример представителей животного мира
Одиночный образ жизни	
Семейный образ жизни	
Колонии	
Стада	
Стаи	

Задание № 89. *Сделайте вывод о значении этологической структуры популяций животных.*

Задание № 90. *Приведите примеры различных экологических потребностей самцов и самок животных.*

Задание № 91. *Приведите примеры различных экологических потребностей различных возрастных групп популяции.*

Задание № 92. *Сделайте вывод о значении биологической структуры популяций животных.*

Задание № 93. *Считается, что за полгода потомство одной комнатной мухи могло бы достичь почти 8 млрд особей, но этого не происходит. Дайте объяснение почему.*

Задание № 94. *Для популяций каких организмов используются следующие характеристики:*

- ✓ смертность _____
- ✓ выживаемость _____
- ✓ продолжительность жизни _____

Задание № 95. Какой показатель: «рождаемость» или «динамика популяции», – может быть отрицательным? Поясните почему.

Задание № 96. Укажите для нижеперечисленных видов животных тип кривой выживания (рис. 8), поставив соответствующий номер в ячейке таблицы.

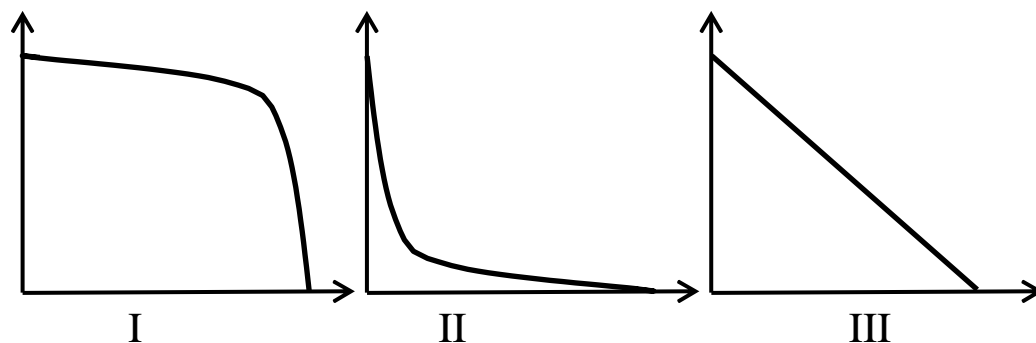


Рисунок 8 – Кривые выживания

Тигр	Бабочка	Слон	Осетр	Кузнечик	Гидра	Собака	Орел

Задание № 97. Опишите биотические связи организмов в популяциях, расставив в ячейках таблицы 41 знаки, объясняющие влияние одного организма (1) на другой (2) («+» – положительное, «-» – отрицательное, «0» – отсутствует).

Таблица 41 – Гомотипические реакции

Вид связей	Определение	Влияние		Пример
		1	2	
Групповой эффект				
Массовый эффект				
Внутривидовая конкуренция				

Задание № 98. Установите соответствие между видами биотических связей и примерами.

1. Трофические связи	А. Постройка жилищ
2. Топические связи	В. Перенос животными семян растений
3. Фабрические связи	С. Пастбищная пищевая сеть
4. Форические связи	Д. Средообразующая деятельность вида

Задание № 99. Опишите биотические связи организмов в био-

ценозах, расставив в ячейках таблицы 42 знаки, объясняющие влияние одной популяции на другую («+» – положительное, «-» – отрицательное, «0» – отсутствует), а также приведите формулировку соответствующих законов.

Таблица 42 – Гетеротипические реакции

Фактор	Определение	Влияние		Пример
		1	2	
Нейтрализм (лат. <i>нейтралис</i> – не принадлежащий ни тому, ни другому)				
Межвидовая конкуренция (лат. <i>конкуррере</i> – сталкиваться, бежать вместе)				
Правило конкурентного исключения Г.Ф. Гаузе				
Мутуализм (лат. <i>мутуус</i> – взаимный)				
Сотрудничество				
Комменсализм (франц. <i>комменсал</i> – сотрапезник)				
Квартиранство				
Сотрапезничество				
Нахлебничество				
Зоохория				
Паразитизм (гр. <i>празитос</i> – нахлебник)				
Принцип совпадения фаз развития паразит-хозяин (дать определение)				
Хищничество				
Законы взаимоотношений хищник-жертва (дать определение):				
1. Закон периодического цикла				
2. Закон сохранения средних величин				
3. Закон нарушения средних величин				
Аменсализм (лат. <i>аменс</i> – безрассудный, безумный)				
Аллелопатия (греч. <i>аллелон</i> – друг друга, взаимно; <i>патос</i> – испытываемое воздействие, страдание)				

Задание № 100. Запишите формулировки законов термодинамики, согласно которым энергия Солнца поступает в экосистему.

Первый закон термодинамики: _____ .

Второй закон термодинамики: _____ .

Задание № 101. Поступление энергии в биосферу начинается через продуценты в процессе фотосинтеза $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{солнечная энергия} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$. Поясните, что происходит с солнечной энергией в этом процессе.

Задание № 102. Если в процессе фотосинтеза фиксируется не более 5 % поступившей в биосферу солнечной энергии, поясните, куда расходуется оставшаяся часть энергии (около 95 %).

Задание № 103. Согласно закону пирамиды энергии Линдемана, с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10 % энергии, поясните расходы 90 % с перехода с одного трофического уровня на другой.

Задание № 104. Если на 1 трофический уровень поступило 1000 ккал, укажите, заполнив соответствующие ячейки, сколько теоретически возможно переходит на последующие трофические уровни.

Зеленая трава	Кузнечик	Мышь	Змея	Ястреб
1000 ккал				

Задание № 105. Если существует понятие «круговорот энергии», существует ли понятие «круговорот вещества»? Поясните почему.

Задание № 106. На рисунке 9 представлены экологические пирамиды, укажите название пирамид А, В, С.

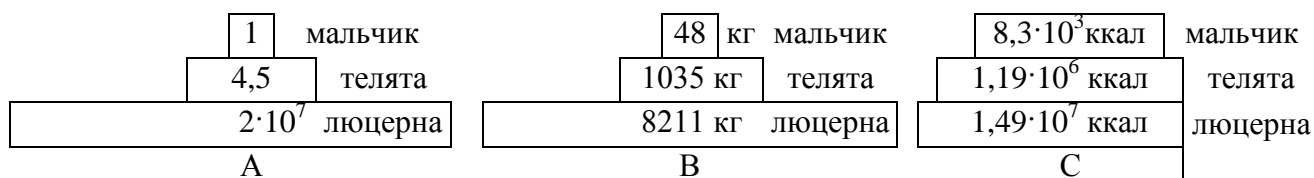


Рисунок 9 – Экологические пирамиды

А. Пирамида _____ В. Пирамида _____ С. Пирамида _____

Задание № 107. Укажите различия понятий «валовая первичная продуктивность» и «чистая первичная продуктивность».

Задание № 108. Укажите, какими организмами определяется вторичная продуктивность экосистем: редуцентами или консументами.

Задание № 109. Укажите уровень продуктивности нижеприведенных экосистем, обозначив соответствующей буквой, если А – это высокий, В – средний, С – низкий уровень продуктивности.

Агросистемы _____

Океан _____

Влажный тропический лес _____

Смешанный лес _____

Задание № 110. Назовите, какие энергетические субсидии использует человечество для повышения продуктивности агросистем.

Задание № 111. Поясните, что такое динамическое равновесие экосистем.

Задание № 112. Дайте определение понятиям, связанным с поступательной динамикой экосистем.

Сукцессия _____

Сукцессионная серия _____

Климакс _____

Дигрессия _____

Задание № 113. Назовите фамилии ученых, создавших и развивших учение о сукцессии.

Задание № 114. Опираясь на закономерности сукцессионного процесса, укажите, какими свойствами характеризуется конечная стадия сукцессии – климаксовое сообщество.

Задание № 115. Приведите пример деградационной (гетеротрофной) сукцессии.

Задание № 116. Опишите, какую роль играет широкое использование стиральных порошков в процессе эвтрофикации водоема.

Задание № 117. Назовите причины дигрессий экосистем.

Задание № 118. Сравните основные среды жизни (табл. 43).

Таблица 43 – Сравнительная характеристика основных сред жизни и адаптации к ним организмов

Параметр среды	Водная среда	Наземно-воздушная среда	Почвенная среда	Среда организма
Поступление солнечного света				
Температура				
Влажность				
Наличие кислорода				
Подвижность				
Адаптации организмов	Обтекаемая, продолговатая форма тела, плавучесть, слизистые покровы, развитие воздухоносных полостей	Выработка опорного скелета, механизмов терморегуляции, экономного расходования воды, высокая эффективность восстановительных процессов, развиты органы усвоения кислорода	Вальковатая форма тела, прочные покровы тела, кожное дыхание, редукция органов зрения, у некоторых имеется копательный аппарат, развит мускулатура	Упрощение всех систем органов, редукция некоторых из них, появление органов прикрепления высокая плодовитость, сложные циклы развития со сменой одного или нескольких хозяев

Задание № 119. *Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по времени возникновения.*

Эволюционные	Исторические	Действующие
Пример:	Пример:	Пример:

Задание № 120. *Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по периодичности.*

Периодические	Непериодические

Пример:	Пример:
---------	---------

Задание № 121. Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по очередности возникновения.

Первичные	Вторичные
Пример:	Пример:

Задание № 122. Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по спектру воздействия.

Избирательные	Общего действия
Пример:	Пример:

Задание № 123. Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по происхождению.

Химические	Физические	Биологические
Пример:	Пример:	Пример:

Задание № 124. Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по среде возникновения.

Атмосферные	Водные	Геоморфологические	Эдафические	Физиологические
Пример:	Пример:	Пример:	Пример:	Пример:

Биосферные	Экосистемные	Биоценоотические	Генетические
Пример:	Пример:	Пример:	Пример:

Задание № 125. Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на экологическую безопасность продукции, по объекту воздействия.

Индивидуальные	Групповые	Этологические
Пример:	Пример:	Пример:
Социально-психологические	Социально-экономические	Видовые
Пример:	Пример:	Пример:

Задание № 126. Приведите примеры экологических факторов среды, влияющих на здоровье человека, по степени воздействия.

Летальные	Экстремальные	Лимитирующие
Пример:	Пример:	Пример:
Беспокоящие	Мутагенные	Тератогенные
Пример:	Пример:	Пример:

Задание № 127. Охарактеризуйте действие солнечного излучения на организмы (табл. 44).

Таблица 44 – Влияние солнечного излучения на организмы

Показатель	Ультрафиолетовые лучи		Видимый свет	Инфракрасные лучи
	нм			
	10–250	250–390	390–780	780–4000
Влияние на растения				
Влияние на животных				
Влияние на микроорганизмы				

Задание № 128. На рисунке 10 впишите в пустые квадраты названия диапазонов действия фактора.

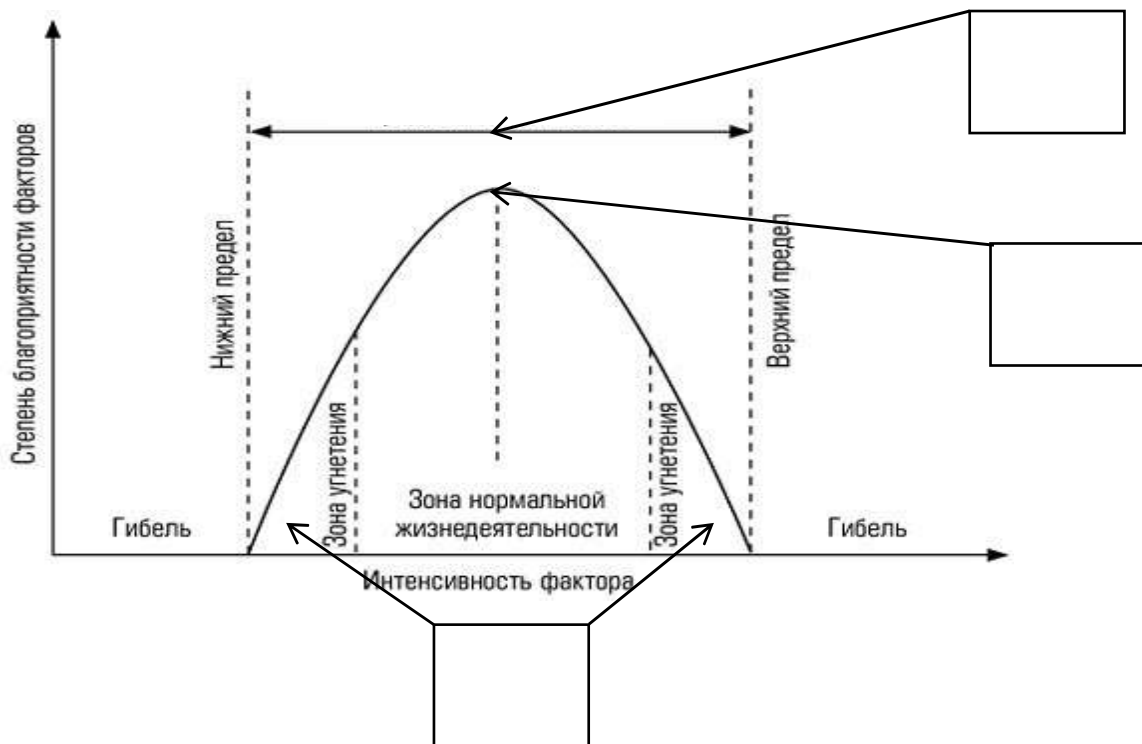
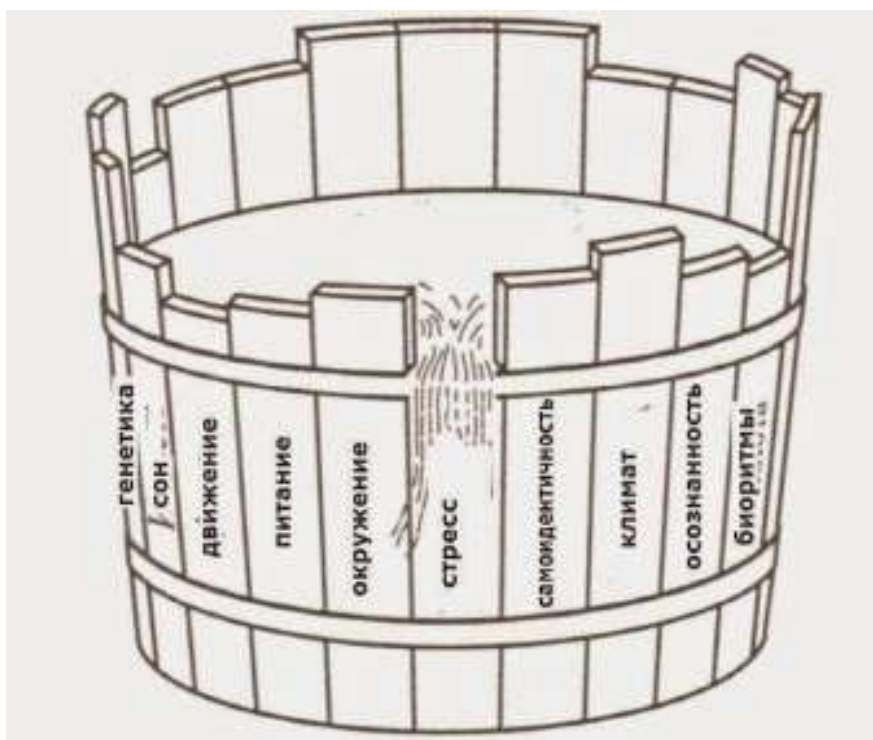


Рисунок 10 – Схема действия фактора на организм

Задание № 129. На рисунке зашифровано название закона, напишите его формулировку.



Задание № 130. Приведите примеры видов эврибионтов, стенобионтов (рис. 11).

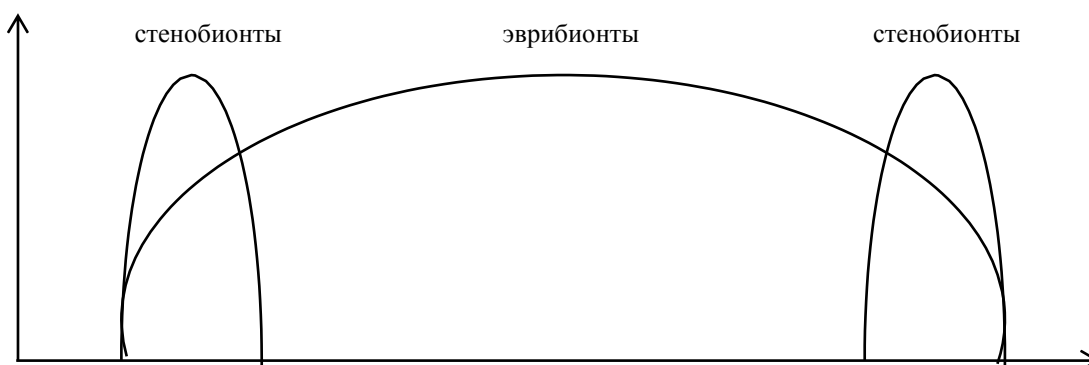


Рисунок 11 – Экологическая валентность видов

Эврибионты _____

Стенобионты _____

Задание № 131. Предложите, каким образом закон минимума, закон Шелфорда, закон компенсирующих факторов можно применить к формированию качества готовой пищевой продукции.

Задание № 132. Ответьте, можно ли увеличить диапазон толерантности вида, являющегося стенобионтом, например высокопродуктивного сельскохозяйственного животного?

Задание № 133. Укажите, в каких периодах развития животного диапазона толерантности сужается, а действие на организм токсина, содержащегося в некачественной продукции, наиболее

опасно.

Задание № 134. *Опишите, каким образом можно применить закон «все – ничего» к действию токсинов на состояние здоровья человека.*

Задание № 135. *Напишите формулировку закона «польза-вред» и приведите пример.*

Задание № 136. *Назовите механизмы адаптации организмов-криофилов к жизни при низких температурах.*

Задание № 137. *Приведите примеры гипобиоза и анабиоза.*

У микроорганизмов _____

У растений _____

У животных _____

Задание № 138. *Назовите источник энергии у экто- и эндотермных организмов и приведите пример (табл. 45).*

Таблица 45 – Тепловой баланс организмов

Организмы	Источник энергии	Пример
Эктотермные организмы		
Эндотермные организмы		

Задание № 139. *Опишите, как пойкилотермные животные способны поддерживать достаточно постоянную температуру тела?*

Задание № 140. *Заполните таблицу 46, указав, как осуществляют терморегуляцию температуры тела гомойотермные животные на различных уровнях адаптационных процессов.*

Таблица 46 – Терморегуляция гомойотермных животных

Температура	Уровень адаптационных процессов			
	Биохимический	Физиологический	Морфологический	Поведенческий
Температура несколько ниже оптимума				
Температура несколько выше оптимума				

Задание № 141. *На рисунке 12 представлено графическое изо-*

бражение правила Аллена. Укажите, из какого климата представлены животные.

Правило Аллена: у животных, населяющих более холодные участки ареала, выступающие части тела (конечности, хвост, ушные раковины и т. д.) меньше, чем у представителей того же вида (или близких видов) из более теплых местностей.

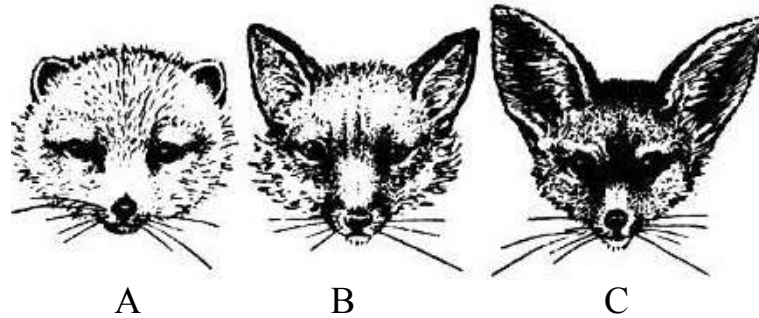


Рисунок 12 – Правило Аллена

A – _____
B – _____
C – _____

Задание № 142. *Связь размеров и пропорций тела животных с климатическими условиями обитания была замечена еще в 1847 году Карлом Бергманом. Сформулируйте правило Бергмана и объясните, как размеры и пропорции тела связаны с климатом (рис. 13).*

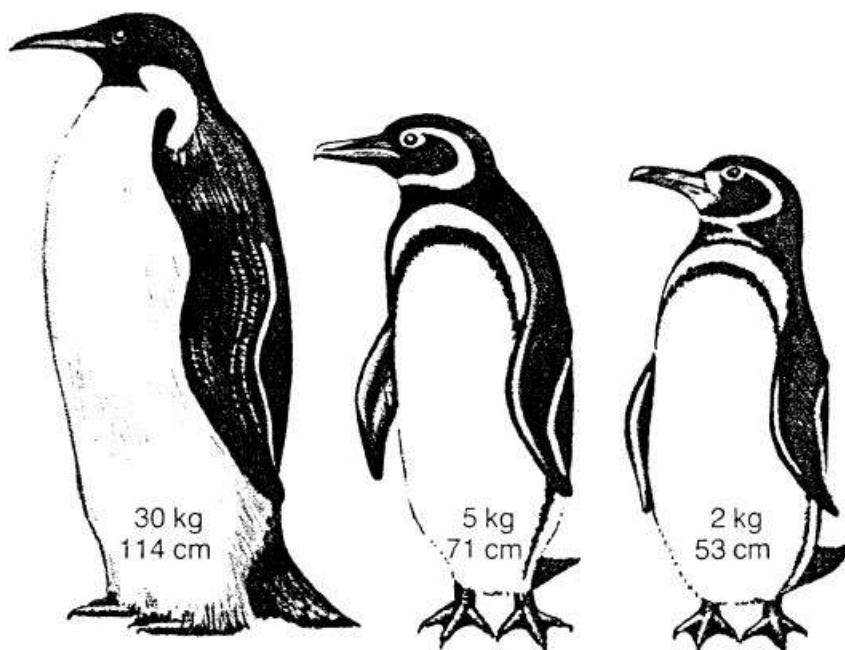


Рисунок 13 – Правило Бергмана. Пингвины: Императорский (65° ю.ш.), Магеллана (50° ю.ш.), Галопогосский (1° ю.ш.)

Задание № 143. Приведите пример растений различных экологических групп растений по отношению к свету.

Светолюбивые	Теневыносливые	Тенелюбивые
Пример:	Пример:	Пример:

Задание № 144. Дайте определение понятиям «фотопериодизм» и «фототропизм», приведите пример.

Фотопериодизм	Фототропизм
Определение:	Определение:
Пример:	Пример:

Задание № 145. Ответьте на вопросы, исходя из того, что три представителя семейства Медвежьи: белый, бурый и черный (гималайский очковый) медведи обитают на разных широтах и сильно отличаются друг от друга (рис. 14).

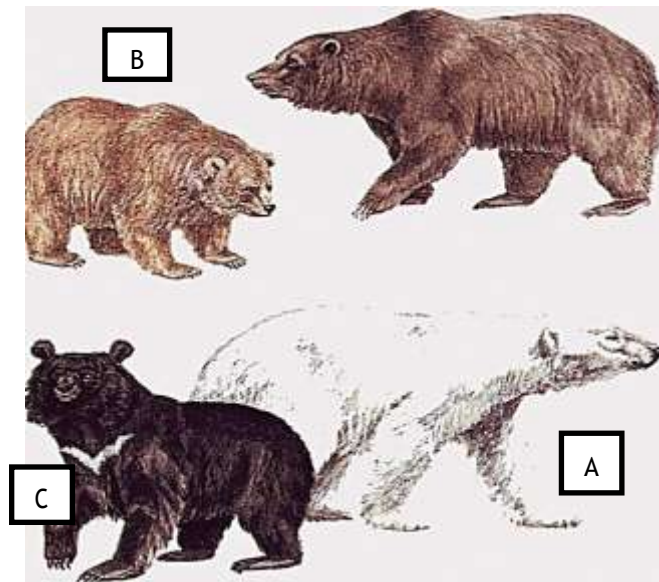


Рисунок 14 – Три представителя семейства Медвежьи: белый, бурый и черный (гималайский очковый) медведи

Как бы вы объяснили различия в интенсивности окраски этих медведей согласно правилу Глогера?

Как бы вы объяснили различия в размерах тела медведей?

Задание № 146. Дайте определение и приведите пример расте-

ний различных экологических групп растений по отношению к влажности.

Гидатофиты	Гидрофиты	Гигрофиты	Мезофиты	Ксерофиты
Определение				
Пример				

Задание № 147. Опишите, как осуществляют регуляцию водного баланса организмы (табл. 47).

Таблица 47 – Регуляция водного баланса организмами

Организмы	Уровень адаптационных процессов			
	Биохимический	Физиологический	Морфологический	Поведенческий
Растения				
Млекопитающие				

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМА

1. Каким было первоначальное определение науки экологии?
2. Приведите современное определение науки экологии.
3. Назовите объекты исследования экологии.
4. Назовите предмет изучения экологии.
5. Что относится к содержанию экологии?
6. Дайте определение понятию «окружающая среда».
7. Дайте определения основным терминам: популяция, экосистема, биоценоз, биотоп, биоценоз, биогеоценоз.
8. На какие подразделения можно разбить науку экологию?
9. Что изучает общая биология?
10. Назовите разделы биоэкологии.
11. Опишите круг вопросов, которые изучает геоэкология.
12. Перечислите науки, относящиеся к прикладной экологии.
13. Что изучает экология человека?
14. Какие задачи глобальной экологии вы можете назвать?
15. Перечислите законы Барри Коммонера.
16. Чем характеризуется понятие «экосистема»?
17. Какие структурные компоненты входят в состав экосистемы?
18. Чем отличаются автотрофные и гетеротрофные организмы?
19. Чем отличаются фототрофные и хемотрофные организмы?
20. Назовите роль продуцентов в экосистеме и эволюции био-

сферы.

21. Какие организмы относятся к консументам?
22. Чем отличаются консументы 1-го, 2-го и 3-го порядков?
23. Какую экологическую роль играют редуценты?
24. Какие абиотические компоненты экосистемы вы знаете?
25. Биогены и их значение в экосистеме.
26. Климат, его роль в экосистеме.
27. Назовите основные климатические факторы.
28. Как классифицируются экосистемы по происхождению, по размерам, по иерархии?
29. Какие примеры природных и антропогенных ландшафтов вы знаете?
30. Что такое биом? Назовите основные биомы планеты.
31. Какие экологические проблемы биомов вы знаете?
32. Перечислите биогеографические области Земли.
33. Опишите трофическую структуру экосистемы.
34. Назовите различия пастбищной и детритной пищевых цепей.
35. Дайте определение понятию «трофический уровень».
36. Какие организмы относятся к первому, второму и третьему трофическим уровням?
37. Что такое биосфера?
38. Какой ученый ввел термин «биосфера»?
39. Кто является автором учения о биосфере?
40. Назовите основные оболочки биосферы.
41. Что такое поле существования жизни?
42. Какое вещество В.И. Вернадский называл живым, биогенным, косным, биокосным?
43. Какие функции живого вещества выделял В.И. Вернадский?
44. Какую роль сыграло живое вещество в эволюции биосферы?
45. Какова сущность закона биогенной миграции атомов В.И. Вернадского?
46. Чем отличаются большой (геологический) и малый (биотический) круговороты веществ?
47. Раскройте роль живого вещества в круговоротах веществ.
48. Какие водные объекты имеют самый длительный цикл круговорота?
49. Какие этапы круговорота углерода вы знаете?
50. Каким образом идет процесс гумусообразования?
51. Какие этапы круговорота азота вы знаете?

52. Почему круговорот фосфора считается незамкнутым?
53. Какова роль микроорганизмов в круговороте серы?
54. Что такое «кислотные дожди», как они образуются?
55. Какие нарушения в круговоротах веществ, вызванные деятельностью человека, вы знаете?
56. Опишите основные свойства экосистем: соотношение скоростей автотрофных и гетеротрофных процессов, целостность, устойчивость, динамика экосистем, саморегуляция экосистем.
57. Назовите показатели видовой структуры биоценоза.
58. Как называются виды биоценоза, обладающие ярко выраженной средообразующей способностью?
59. Как называются доминирующие виды в биоценозе?
60. Что такое конкорция?
61. Назовите показатели пространственной структуры биоценоза.
62. Охарактеризуйте понятие «экологическая ниша».
63. Назовите правило обязательного заполнения экологической ниши.
64. Согласно принципу Гаузе, могут ли два вида с одинаковыми экологическими потребностями существовать вместе?
65. Дайте определение термину «популяция».
66. Охарактеризуйте пространственную структуру популяции.
67. Охарактеризуйте этологическую структуру популяции животных.
68. Охарактеризуйте биологическую структуру популяции.
69. Перечислите числовые характеристики популяции.
70. В каких единицах измеряется численность и плотность популяции?
71. Дайте определение понятиям «биотический потенциал» и «сопротивление среды».
72. Что означают термины «экологическая рождаемость», «экологическая смертность»?
73. Назовите экологические стратегии популяции (R-стратегии K-стратегии).
74. Назовите сущность следующих межвидовых взаимоотношений – трофические, топические, фабрические, форические.
75. Опишите гомотопические реакции в популяции.
76. В чем состоит суть принципа «минимального размера популяции»?

77. Какие гетеротипические реакции можно отнести к симбиотическим взаимоотношениям?
78. Назовите закономерность системы «паразит – хозяин».
79. Какие биотические связи относятся к комменсализму?
80. Назовите закономерности системы «хищник – жертва».
81. Почему, согласно принципу Гаузе, в биоценозе один вид может вытеснить другой?
82. В чем заключается суть аллелопатии и амменсализма?
83. Назовите закономерности поступления энергии в экосистему.
84. В чем заключается однонаправленность потока энергии?
85. Как распределяется энергия по трофическим уровням в экосистеме? Поясните суть закона пирамиды энергии Линдемана.
86. Какие организмы фиксируют солнечную энергию?
87. Назовите виды экологических пирамид.
88. Дайте определение понятию «продуктивность экосистем» и назовите виды продуктивности.
89. Какие экосистемы в биосфере являются высокопродуктивными?
90. Как влияют энергетические субсидии на рост урожайности сельскохозяйственных культур?
91. Как связаны главные свойства экосистем – устойчивость и саморегуляция – с понятием динамического равновесия экосистем?
92. Какие следствия закона динамического равновесия вы знаете?
93. Назовите виды циклических изменений в экосистемах.
94. Какой советский ученый разработал учение о сукцессии?
95. Назовите причины возникновения первичной и вторичной сукцессий.
96. Какое сообщество является завершающей стадией сукцессии?
97. Какие равновесные сообщества характеризуют незавершенность сукцессии?
98. Назовите основные закономерности сукцессионного процесса.
99. Как формируются дигрессии в экосистемах?
100. Что такое среда обитания?
101. Какие среды обитания вам известны?
102. Чем характеризуется наземно-воздушная среда обитания?
103. В чем особенность организмов, населяющих водную среду обитания?
104. Каково значение почвы? С какими ее характеристиками это

связано?

105. Каковы адаптации живых организмов, населяющих внутреннюю среду других организмов?

106. Что такое среда, экологический фактор?

107. Назовите основные экологические факторы.

108. Какие экологические факторы называют лимитирующими?

109. Назовите экологические факторы по времени возникновения.

110. Назовите экологические факторы по периодичности действия.

111. Назовите экологические факторы по очередности возникновения.

112. Назовите экологические факторы по происхождению.

113. Назовите экологические факторы по среде возникновения.

114. Назовите экологические факторы по своему характеру.

115. Дайте определение пессимальности и оптимальности действия фактора.

116. Что такое диапазон толерантности?

117. Назовите законы минимума Либиха, максимума Шелфорда, закон компенсирующих факторов.

118. Дайте определение понятиям «стенобионты», «эврибионты».

119. Назовите законы аутоэкологии.

120. В чем заключается правило географического оптимума?

121. Назовите сущность законов «все или ничего», «польза – вред».

122. Какие уровни адаптации к экологическим факторам вы можете назвать?

123. Дайте характеристику криофилам, мезофилам и термофилам.

124. Какие организмы вы можете отнести к эктотермным и эндотермным организмам?

125. Укажите различия пойкилотермных и гетеротермных организмов.

126. В чем ошибочность термина «холоднокровные животные»?

127. Назовите механизмы терморегуляции у растений, у животных.

128. Назовите формулировку правил Аллена, Бергмана, Глогера, мехового покрова.

129. Как растения адаптируются к солнечному свету?

130. Влияние расположения листьев растения на количество полученной солнечной энергии.

131. Назовите адаптации животных к солнечному свету.

132. Что дает животным панорамное и бинокулярное зрение?

133. Назовите экологические группы растений по отношению к влажности.

134. Каковы способы регуляции водного баланса животных?

2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Антропогенные воздействия на биосферу. Преднамеренное и непреднамеренное, прямое и косвенное воздействие человека на природу. Понятие «экологический кризис». Оценка глубины экологического кризиса. Причины экологического кризиса. Классификация загрязнений. Воздействие на атмосферу. Экологические последствия загрязнения атмосферы. Воздействие на гидросферу. Воздействие на литосферу. Природные ресурсы и их классификация. Принципы рационального использования природных ресурсов. Проблема ограниченности природных ресурсов.

Система управления качеством окружающей природной среды. Экологическая стандартизация. Нормирование. Оценка воздействия на окружающую среду. Классификация отходов и способы их хранения и утилизации.

Лабораторная работа № 4

Оценка содержания хлорофилла в листьях растений с целью биоиндикации среды. Определение хлорофилла фотометрически

Сведения относительно использования содержания хлорофилла (и других пигментов) как биоиндикационных признаков в литературе противоречивы. Ряд немецких ученых считает этот признак недостаточно информативным и специфичным, хотя первой стадией видимых хлорозов листьев как раз и является разрушение хлорофилла под влиянием неблагоприятных факторов. В то же время другие исследователи, в том числе русские и украинские, показали, что у чувствительных к загрязнению видов (липы, клена) наблюдается снижение содержания хлорофилла еще до появления видимых изменений, и это может служить достаточно надежным неспецифическим биоиндикационным признаком.

Неспецифичность этого индикатора в том, что недостаток в почве азота, а также железа и других элементов, быстро сказывается на окраске листьев в результате разрушения хлорофилла в них, и этот признак очень часто используется для оценки низкого плодородия почв. Это надо учитывать и использовать данный показатель при биоиндикации в сочетании с другими признаками.

По нашим данным, для оценки степени загрязнения наземных экосистем или их составляющих листья следует собирать из средней части кроны в первой половине вегетации, учитывая условия произрастания (освещенность, минеральное питание, обводненность и др.). В качестве биоиндикаторов в городской среде рекомендуется использовать следующие газочувствительные виды: липу мелколистную, клен платанолистный, каштан конский, ель обыкновенную, сосну обыкновенную.

Метод основан на извлечении хлорофилла из листьев растворителями (спирт, ацетон) и определении его количества на фотоэлектродетекторе или спектрофотометре.

Фоторецепторная система фотосинтеза строится на основе двух важнейших типов химических соединений: 1) тетрапирролов, образующих циклическую структуру хлорофиллов (магнийпорфиринов), а также открытую структуру пигментов фикобилиинов; 2) полиизопреноидов, образующих большой и разнообразный класс пигментов каротиноидов.

Для высших растений основными фотосинтетическими пигментами являются хлорофилл *a* и хлорофилл *b* (рис. 15). Центральный атом магния определяет уникальные функции молекулы хлорофилла в фотосинтезе, связанные с поглощением, запасанием и преобразованием энергии.

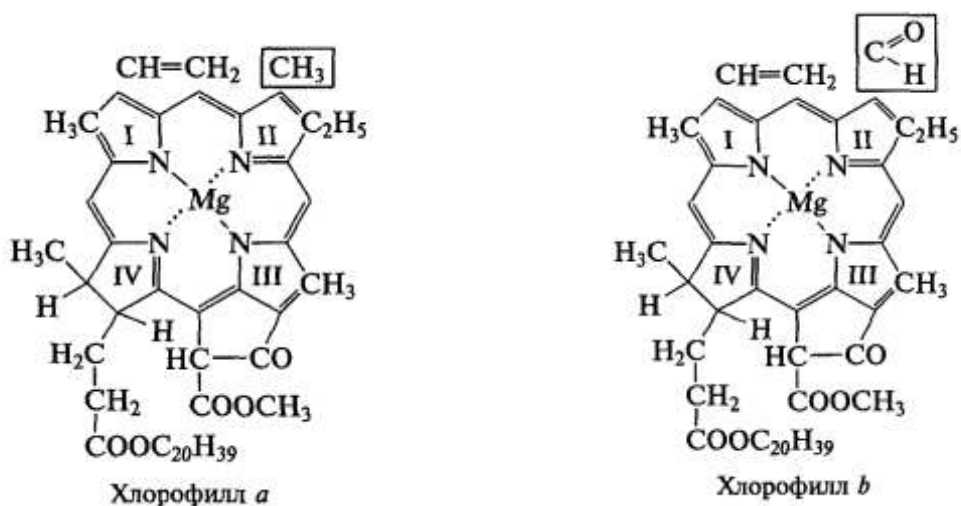


Рисунок 15 – Структура хлорофиллов *a* и *b*

Хлорофилл *a* – универсальный пигмент высших растений и водорослей. У некоторых водорослей (синезеленых, некоторых красных) он представляет единственную форму хлорофилла. Максимум поглощения в органических растворителях в красной области спектра находится при длинах волн 660–664 нм.

Хлорофилл *b* – дополнительный пигмент высших растений и водорослей, впервые появляется у эвгленовых водорослей, заменяя фикобилины. Отличается от хлорофилла *a* наличием альдегидной группы вместо метильной во втором пиррольном кольце. Красный максимум поглощения в ацетоне 645 нм.

Спектры поглощения магнийпорфиринов имеют два хорошо выраженных максимума поглощения в сине-фиолетовой (полоса Соре) и красной областях спектра (рис. 16). У хлорофилла *b* оба максимума расположены между максимумами поглощения хлорофилла *a*, что увеличивает области поглощаемой энергии хлоропластами высших растений.

Каротиноиды – большая и разнообразная группа желтых, оранжевых, красных пигментов, поглощающих коротковолновую часть видимой области спектра (400–550 нм) и выполняющих ряд очень важных функции в фотосинтезе.

По химической природе каротиноиды представляют собой полиизопреноидную цепь, состоящую из 40 атомов углерода, которая у большинства каротиноидов замыкается по концам в два иононовых кольца. Центральная часть молекулы, состоящая из 18 атомов углерода, представляет собой систему сопряженных связей, образуя основную хромофорную группу молекулы пигмента (см. рис. 16).

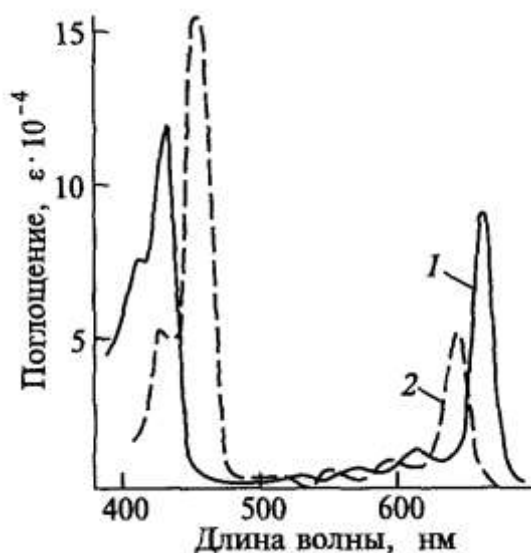


Рисунок 16 – Спектры поглощения хлорофиллов *a* (1) и *b* (2);
 ϵ – удельный коэффициент экстинкции

В зависимости от содержания кислорода в молекуле каротиноида различают каротины (например β -каротин), не содержащие кислорода, и ксантофиллы – содержащие кислород в форме гидроксигруппы или эпокси-группы.

У высших растений главными представителями ксантофиллов являются лютеин, виолаксантин, зеаксантин и неоксантин (рис. 17).

Каротиноиды присутствуют в мембранах у всех фотосинтезирующих организмов, где они выполняют ряд важнейших функций в процессе фотосинтеза: антенную (дополнительные пигменты в процессе поглощения солнечной энергии), защитную (тушители триплетного хлорофилла и синглетного кислорода) и фотопротекторную (предохраняют реакционный центр от мощных потоков энергии при высоких интенсивностях света и стабилизируют липидную фазу тилакоидных мембран, защищая ее от переоисления).

Немаловажное значение при исследовании состояния растительности имеет изучение пластичности фотосинтетического аппарата, его способности приспосабливаться к изменяющимся внешним условиям. Одним из информативных и наиболее распространенных параметров, характеризующих фотосинтетический аппарат, является его пигментный состав. Известно, что одним из биохимических показателей реакции растений на изменение факторов внешней среды, степени их адаптации к новым экологическим условиям является содержание хлорофиллов – главных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки. Наиболее значимыми показателями являются отношение хлорофиллов *a* и *b* и суммы хлорофиллов к каротиноидам.

Метод спектрофотометрии основан на регистрации характерных спектров поглощения отдельных групп пигментов.

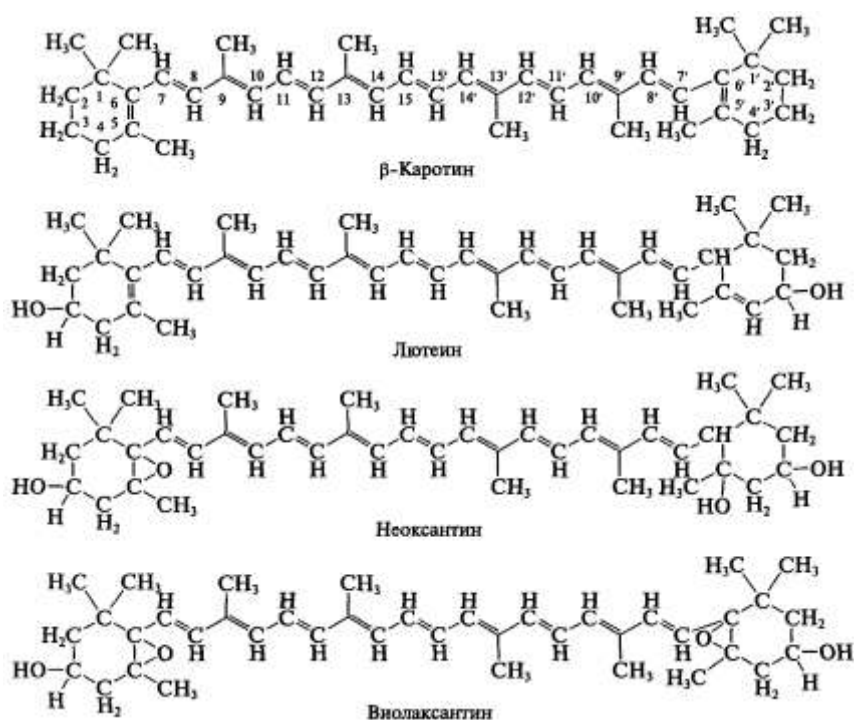


Рисунок 17 – Структура некоторых каротиноидов

Общие принципы экстракции пигментов. Пигменты могут быть экстрагированы из свежего и фиксированного материала. При выборе экстрагирующих веществ необходимо учитывать растворимость пигментов и возможность их выделения данным растворителем из пигментно-липо-протеидного комплекса, в виде которого пигменты находятся в пластидах. В зависимости от химического строения различают растворители полярные (спирты, ацетон) и неполярные (петролейный эфир, гексан, бензин и др.). Степень полярности растворителя определяется величиной его дипольного момента. Хлорофиллы и каротиноиды, являясь в основном липофильными соединениями, хорошо растворяются во всех растворяющих липиды соединениях: ацетоне, спирте, эфире, бензине, петролейном эфире и т. д. Однако полное извлечение пигментов из растительного материала достигается только при использовании полярных растворителей или смесью полярных и неполярных растворителей. Полярные растворители, вызывая денатурацию белка и нарушая связи пигментов с липо-протеидным комплексом, обеспечивают быструю экстракцию всех пигментов. Для выделения пигментов чаще всего используют 80 %-й ацетон или 90 %-й спирт. Экстракцию проводят как можно быстрее. Пигменты экстрагируют последовательно несколькими порциями чистого растворителя, отделяя каждый раз раствор пигментов центрифугированием. При растирании навески листьев с растворителем необходимо добавлять небольшое количество CaCO_3 , MgCO_3 или 1 н. раствор NH_4OH для предотвращения разрушения пигментов. Вся подготовительная работа с пигментами ведется в затемненном помещении, при низких температурах.

Для работы можно использовать и комнатные растения, выращенные специально в сосудах на гумусной почве с поливом водой и на малоплодородной почве с поливом раствором соли какого-либо тяжелого металла.

Цель работы: определить содержание хлорофиллов и каротиноидов, диагностирующее состояние растения.

Оборудование, реактивы, материалы:

1) 80 %-й ацетон; 2) CaCO_3 , MgCO_3 или 1 н. раствор NH_4OH ; 3) фарфоровые ступки и пестики; 4) мерные пробирки на 10 мл; 5) маркер по стеклу; 6) аналитические весы; 7) центрифуга; 8) спектрофотометр; 9) штатив для пробирок; 10) увеличительные стекла (или лупы), карандаш, блокнот, компас.

Ход работы

Определение хлорофилла в листьях можно проводить как на свежем, так и на фиксированном материале.

В ацетоновой вытяжке определяются количественно хлорофилл *a*, *b* и каротиноиды спектрофотометрическим способом.

Навески свежего растительного материала (30 мг) в трех повторностях как для растений, выращиваемых на дистиллированной воде, так и для образцов из среды, содержащей металл, тщательно разотрите в фарфоровой ступке с небольшим количеством 80 %-го ацетона (1 мл), чистого кварцевого песка и мела (или углекислого магния, или 1 н. раствора гидроксида аммония). Гомогенат перенесите в предварительно пронумерованные центрифужные пробирки, обмывая ступку и пестик 2 мл ацетона, и центрифугируйте при 6–7 тысячах оборотов в течение 7 мин. Экстракт осторожно слейте в мерную пробирку на 10 мл. К осадку в центрифужной пробирке добавьте свежий 80 %-й ацетон, перемешайте раствор стеклянной палочкой и центрифугируйте повторно. Надосадочную жидкость аккуратно слейте в соответствующую мерную пробирку с экстрактом, полученным после первого фильтрования, и доведите объем вытяжки чистым растворителем до 7 мл. Полученная ацетоновая вытяжка содержит сумму зеленых и желтых пигментов. Концентрация пигментов в вытяжке может быть определена на фотоэлектроколориметре по калибровочной кривой или непосредственно на спектрофотометре (СФ-26, СФ-46 и т. д.) с использованием для расчета концентрации пигментов соответствующих формул (Вернера, Арнона и др.). Для количественного определения часть полученного экстракта налейте в кювету спектрофотометра. Вторую кювету заполните чистым растворителем (80 %-м ацетоном). Кюветы поместите в кюветную камеру спектрофотометра и определите оптическую плотность (D) при длинах волн, соответствующих максимумам определяемых пигментов. Концентрация отдельных пигментов (хлорофиллов А и В) определяется двухволновым методом в общей смеси пигментов и сводится, таким образом, к следующему: с помощью спектрофотометра устанавливается величина оптической плотности (D) суммарной вытяжки пигментов при двух длинах волн, соответствующих максимумам поглощения пигментов в данном растворителе (в ацетоне – 665, 649).

Содержание суммы каротиноидов определите в этой же вытяжке, измеряя величину оптической плотности (D) при длине волны 440,4 нм.

Показания спектрофотометра занесите в таблицу 48.

Таблица 48 – Показания спектрофотометра

Образец	$D_{440,5}$	D_{649}	D_{665}

Концентрация пигментов рассчитывается по формулам Вернера:

$$C_A(\text{мг/л}) = 11,63 \cdot D_{665} - 2,39 \cdot D_{649}; \quad (8)$$

$$C_B(\text{мг/л}) = 20,11 \cdot D_{649} - 5,18 \cdot D_{665}; \quad (9)$$

$$C_A + C_B(\text{мг/л}) = 6,45 \cdot D_{665} + 17,72 \cdot D_{649}. \quad (10)$$

Содержание суммы каротиноидов рассчитывается по формуле Ветштейна:

$$C_{\text{кар}}(\text{мг/л}) = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268(C_{a+b}, \text{ мг/л}). \quad (11)$$

Установив концентрацию пигмента в вытяжке, определите его содержание в исследуемом материале с учетом объема вытяжки и массы пробы:

$$A = C \cdot V / P \cdot 1000, \quad (12)$$

где C – концентрация пигментов, мг/л;

V – объем вытяжки пигментов, мл;

A – содержание пигмента в растительном материале в мг/г свежего веса;

P – навеска растительного материала, г.

Количество пигментов выражают в миллиграммах на единицу сырого или сухого веса, в % от сухого (сырого) веса, в миллиграммах на единицу площади листа (например, на дм^2). Обычно в нормальных зеленых листьях содержание хлорофилла колеблется от 0,5 до 3 мг на 1 г свежего веса при отношении $A/B = 2,5-3$.

Содержание каротиноидов – 0,1–0,5 мг/г свежего веса.

Задание: проведите экспресс-оценку качества воздуха по состоянию исследуемых растений в разных районах города, определите

содержание хлорофиллов и каротиноидов в исследуемых растительных образцах, сделайте вывод о применимости данных методов в биомониторинге состояния городской среды.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В чем суть изменения пигментного комплекса хлоропластов при действии поллютантов на растения?
2. Почему каротиноиды более устойчивы к действию тяжелых металлов?
3. Как можно интерпретировать отношение хлорофиллы/каротиноиды?
4. Охарактеризуйте основные растворители, используемые для выделения пигментов.
5. Приведите классификацию хлорофиллов, укажите строение и свойства.

Лабораторная работа № 5

Модель рационального питания (определение суточных энергозатрат и составление рациона питания, обеспеченности организма витаминами и микроэлементами)

Питание является важнейшим фактором, определяющим здоровье человека. Рациональное питание следует рассматривать как одну из главных составных частей здорового образа жизни, как средство алиментарной профилактики распространенных заболеваний и prolongation активного периода жизнедеятельности. Адекватное, сбалансированное фактическое питание обуславливает нормальный рост и развитие организма, адаптацию к воздействию окружающей среды, поддержание иммунитета, умственной и физической работоспособности.

В отличие от других факторов окружающей среды пища является сложным, многокомпонентным фактором. В зависимости от свойств и состава пища по-разному влияет на организм. С ее помощью можно изменить функцию и трофику тканей, органов и систем организма в сторону их усиления или ослабления. Возможность улучшения здоровья посредством питания на любом этапе онтогенетического развития является общепризнанной и показанной. Еще И.П. Павлов отмечал, что существенная связь живого организма с ок-

ружающей его природой осуществляется через известные химические вещества, которые должны поступать в состав данного организма с пищей.

Тесная связь организма с окружающей средой через пищу проявляется в обмене веществ и энергии (метаболизм). Оптимальность этой связи зависит от биологических, экологических (природно-исторических) и социально-экономических факторов.

Пища, являясь первой жизненной необходимостью организма, источником различных пищевых и вкусовых веществ, необходимых для обеспечения гомеостаза и поддержания жизненных функций на высоком уровне при различных условиях труда и быта, при определенных условиях может быть причиной и фактором передачи различных заболеваний инфекционной и неинфекционной природы.

При всех недостатках нашего питания, нарушениях режима, при количестве и качестве принимаемой пищи большинство из нас, как правило, не ощущает сколько-нибудь негативных последствий неправильного питания. У большинства людей сам организм достаточно успешно помогает восстанавливать физиологическое равновесие на фоне каждодневного питания, весьма далекого от оптимального. Однако ошибки в питании, а это может быть недостаточное по количеству и составу основных компонентов или избыточное питание, нарушение соотношения (баланса) отдельных пищевых веществ (нутриентов), недостаток важнейших незаменимых (эссенциальных) компонентов – незаменимых аминокислот, витаминов, микроэлементов и др., нарушение режима питания рано или поздно дают о себе знать. Любые погрешности в питании всегда вызывают различного рода сбои в работе отдельных органов и систем организма, первоначально затрагивая некоторые обменные процессы. Но со временем постепенно изменяется и функциональное состояние этих органов или систем, что приводит к нарушению физиологического равновесия в организме и возникновению болезни, в основе которой лежит пищевой (алиментарный) фактор. К числу алиментарно-зависимых заболеваний можно отнести такие широко известные болезни, как ожирение, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет и многие другие заболевания. Несмотря на то, что для каждого из этих заболеваний существует определенная наследственная предрасположенность, она реализуется и может быть ускорена на фоне действия алиментарного фактора. В развитии практически всех заболеваний можно проследить большее или меньшее влияние различных алиментарных факторов.

Таким образом, проблемы питания и здоровья, питания и болезни тесно взаимосвязаны и их решение лежит в основе первичной и вторичной алиментарной профилактики различных заболеваний. В этой связи рациональное питание следует рассматривать как одну из главных составных частей здорового образа жизни и продления периода жизнедеятельности. Соблюдение законов рационального питания ведет к повышению устойчивости организма, на который оказывают влияние неблагоприятные факторы окружающей среды.

Цель работы: систематизировать и закрепить знания по основам рационального питания и освоить методы оценки адекватности фактического питания.

Основной обмен – обмен веществ в организме, обеспечивающий количество энергии, необходимое и достаточное для жизнеобеспечения организма в спокойном состоянии.

Рацион – количество и состав пищи, предназначенной на определенный срок. Существует четыре основных физиологических принципа составления сбалансированного с потребностями организма рациона:

- Калорийность суточного рациона конкретного человека должна соответствовать его энергетическим затратам.
- Содержание в рационе белков, жиров и углеводов должно быть равным, по крайней мере, минимальной потребности.
- Содержание в рационе витаминов, солей и микроэлементов должно быть равным, по меньшей мере, минимальной в них потребности.
- Содержание в рационе витаминов, солей и микроэлементов должно быть ниже токсического уровня.

Оборудование, реактивы, материалы: калькулятор; таблица химического состава пищевых продуктов и калорийности (табл. 49).

Таблица 49 – Состав пищевых продуктов и их калорийность

Продукт	Белки	Жиры	Углеводы	Калорийность на 100 г продукта, ккал
	в процентах			
1	2	3	4	5
Гречневая крупа	12,5	2,5	67,4	351,5
Манная крупа	11,2	0,8	73,3	354,6
Рис	7,0	1,0	75,8	352,0
Макароны	11,0	0,9	74,2	358,4
Фасоль	23,2	2,1	53,8	355,7
Хлеб ржаной	6,9	0,9	42,9	222,6

Окончание табл. 49

1	2	3	4	5
Хлеб пшеничный	8,1	0,9	47,0	234,6
Картофель	2,0	–	20,0	90,2
Морковь	1,3	–	8,7	41,0
Свекла	1,5	–	10,4	48,6
Капуста свежая	1,8	–	5,3	29,1
Капуста квашеная	1,0	–	2,1	12,6
Лук зеленый	1,3	–	4,4	23,3
Арбузы	0,6	–	9,0	39,37
Дыни	0,7	–	11,3	49,8
Огурцы свежие	1,0	–	2,4	13,8
Огурцы соленые	0,5	–	1,2	6,92
Помидоры	1,0	–	3,8	19,5
Апельсины	0,9	–	9,1	41,05
Виноград	0,7	–	16,2	69,4
Лимоны	0,6	–	10,3	44,6
Мандарины	0,9	–	10,0	44,6
Яблоки	0,5	–	11,2	47,9
Сахар-рафинад	–	–	99,9	41,7
Шоколад	6,3	37,2	53,2	59,7
Какао	23,6	20,2	40,2	450,3
Масло подсолнечное	–	99,8	–	930,3
Масло сливочное	0,5	83,5	0,5	782,3
Кефир	3,5	3,5	4,3	64,4
Сметана	3,0	30,0	2,5	302,1
Творожная масса	12,5	16,0	15,0	262,05
Творог жирный	15,0	18,0	1,0	233,4
Мороженое сливочное	4,0	10,0	17,0	179,4
Сыр	22,5	25,0	3,5	339,8
Мясо говяжье	20,0	10,7	–	181,8
Мясо баранье	19,0	5,9	–	132,9
Мясо, свинина нежирная	23,5	10,0	–	189,7
Гусь	16,5	29,0	–	338,1
Курица	20,0	5,0	–	128,6
Колбаса любительская	13,7	27,9	–	316,2
Сосиски	12,4	19,4	0,4	233,4
Яйца	12,5	12,0	0,5	165,1
Сало	2,0	91,0	–	856,3
Лещ	16,8	7,6	1,0	139,8
Судак	19,0	0,8	1,3	85,4
Треска	17,6	0,4	1,2	75,8
Икра красная	31,6	13,8	7,7	258,4
Сельдь	19,7	24,5	12,4	308,8
Икра баклажанная	1,7	13,0	7,5	158,9

Ход работы

1. Расчет суточной потребности в энергии, получаемой с пищей
Дневная потребность в энергии $A - 17$ ккал/кг массы тела.

По таблице 50 определите общее необходимое количество энергии в зависимости от характера трудовой деятельности.

2. Определение ориентировочного состава пищи и количества продуктов

Руководствуясь основным соотношением компонентов питания белки : жиры : углеводы – 1 : 1,4 : 4,1, рассчитайте, какая доля энергии должна приходиться на белки, жиры и углеводы. Затем определите соотношение белков, жиров и углеводов в единицах массы, если известно, что при утилизации в организме 1 г белков выделяется 4 ккал, 1 г жиров – 9 ккал, а 1 г углеводов – 4 ккал энергии.

Руководствуясь данными таблиц 49, 51, рассчитайте примерное количество продуктов, необходимое для сбалансированного питания человека в сутки.

Полученные в ходе работы результаты занесите в итоговую таблицу (табл. 61), сделайте вывод о калорийности и примерном составе на сутки.

Таблица 50 – Расчет энергии в зависимости от характера трудовой деятельности человека

Группа	Характер труда	Необходимое количество энергии, ккал
1	2	3
I	Низкий уровень общей нагрузки. Работники умственного труда, административно-управленческий аппарат, бухгалтеры, научные работники, врачи, программисты, лица, не занимающиеся активно спортом	$A + 1/6A$
II	Подвижный образ жизни. Студенты, работники сферы обслуживания, медсестры, швеи, агрономы, домохозяйки	$A + 1/3A$
III	Нагрузка средней тяжести. Рабочие-станочники, слесари, работники коммунального обслуживания, пищевой промышленности, врачи-хирурги, лица, занимающиеся физическим трудом и спортом не более трех раз в неделю	$A + 1/2A$

1	2	3
IV	Тяжелая напряженная физическая работа. Рабочие строительных специальностей, металлурги, работники газовой и нефтедобывающей промышленности, механизаторы, спортсмены при 5–6 тренировках в неделю	A+2/3A
V	Очень тяжелая работа. Каменщики, землекопы, бетонщики, грузчики и т. д.	2A

Таблица 51 – Некоторые соотношения компонентов условного рациона питания человека

Продукты	Содержание на 100 г продукта, г		
	белков	жиров	углеводов
Молочные	2,8	3,2	4,1
Мясные	15,1	16,0	
Мучные	9,5	1,0	68,9
Крупы	12,5	3,0	50
Картофель	1,9	3,0	16,0

3. Определение обеспеченности организма витаминами и микроэлементами

Организму человека необходимы практически все биогенные элементы. Но, по оценке Института питания РАМН, в нашей пище все явственнее не хватает многих элементов, что вызвано особенностями переработки продуктов, длительностью их хранения, снижением потребления овощей и фруктов.

Так, для нормальной жизнедеятельности важен кальций, хранилище которого – желудок, кишечник, кости, составляет он и основу ткани зубов, необходим для нормальной возбудимости нервной системы, участвует в процессе свертывания крови, сопрягает процессы синтеза и секреции в клетках, активизирует сократительную функцию мышечной ткани. Кальций содержится в мышцах, особенно много его содержит мышца сердца, он способствует выведению из организма воды.

Магний, содержащийся в поперечно-полосатой мускулатуре, необходим для поддержания нормальной возбудимости нервной системы, функции сокращения мышц. При его недостатке появляются судороги в мышцах.

В костном мозге, селезенке, печени – наивысшее содержание железа, необходимое для образования эритроцитов и поддержания физиологических функций организма.

При помощи тестов таблиц 52–60 определите, достаточно ли ваш организм обеспечен микроэлементами и витаминами.

Таблица 52 – Тест на обеспеченность магнием

Вопрос	Да	Нет
Часто ли у вас бывают судороги (в частности ночные судороги икроножной мышцы)?		
Страдаете ли вы болями в сердце, учащенным сердцебиением и сердечной аритмией?		
Часто ли у вас случается защемление нервов, например, в области спины?		
Часто ли вы ощущаете онемение, например, в руках?		
Часто ли вам угрожают стрессовые ситуации?		
Регулярно ли вы употребляете алкогольные напитки?		
Регулярно ли вы применяете мочегонные средства?		
Много ли вы занимаетесь спортом?		
Предпочитаете ли вы белый хлеб и изделия из белой муки?		
Редко ли вы употребляете в пищу салат и зелень?		
Во время приготовления картофеля и овощей используете ли вы длительную водную обработку?		
При покупке минеральной воды обращаете ли вы внимание на содержание в ней магния?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен магнием.

Таблица 53 – Тест на обеспеченность калием

Вопрос	Да	Нет
1	2	3
Страдаете ли вы мышечной слабостью?		
Повышено ли у вас давление?		
Склонны ли вы к отекам?		
Страдаете ли вы от пассивной деятельности кишечника?		
Принимаете ли вы регулярно мочегонные препараты?		
Употребляете ли регулярно в большом количестве алкогольные напитки?		
Очень ли активно вы занимаетесь спортом?		

Окончание табл. 53

1	2	3
Едите ли мало свежих фруктов?		
Редко ли салат и овощи попадают на ваш стол?		
Едите ли вы мало картофеля?		
Во время приготовления картофеля и овощей используете ли длительную водную обработку?		
Редко ли вы употребляете фруктовые и овощные соки?		
Редко ли вы едите сухофрукты?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен калием.

Таблица 54 – Тест на обеспеченность железом

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете усталость и подавленность?		
Произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (например нетипичная бледность и шероховатость кожи, ломкие волосы, вмятины на ногтях)?		
Потеряли ли вы в последнее время много крови (аварии или донорство)?		
Обильны ли ваши менструации?		
Вы беременны?		
Занимаетесь ли профессионально спортом?		
Редко ли употребляете мясо?		
Выпиваете ли вы больше трех чашек черного чая или кофе в день?		
Едите ли мало овощей?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен железом.

Таблица 55 – Тест на обеспеченность кальцием

Вопрос	Да	Нет
1	2	3
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Бывает ли у вас аллергия, например на солнце?		
Принимаете ли вы регулярно препараты с кортизоном?		
Часто ли у вас бывают судороги?		
Вы беременны?		

Окончание табл. 55

1	2	3
Выпиваете ли ежедневно меньше одного стакана молока?		
Употребляете ли мало таких молочных продуктов, как йогурт или сыр?		
Пьете ли ежедневно напитки типа «Кола»?		
Употребляете ли мало зеленых овощей?		
Вы едите много мяса и колбасы?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен кальцием.

Таблица 56 – Тест на обеспеченность витамином А и бета-каротином

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы куриной слепотой?		
Часто ли ночью водите машину?		
Много ли вы работаете на компьютере?		
Ваша кожа сухая и шелушится?		
Страдаете ли вы повышенной восприимчивостью к инфекции?		
Вы много курите?		
Вы редко едите темно-зеленые овощи, такие как листовой салат, зеленая капуста или шпинат?		
Редко ли попадают в ваше меню сладкий перец, морковь и помидоры?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином А и бета-каротином.

Таблица 57 – Тест на обеспеченность витамином D

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Избегаете ли вы солнце?		
Вы едите мало рыбы, мяса и яиц?		
Избегаете ли вы масло или маргарин?		
Вы едите грибы?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином D.

Таблица 58 – Тест на обеспеченность витаминами группы В

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете себя неспособным к деятельности и лишенным энергии?		
Легко ли вы раздражаетесь?		
Часто ли вы подвергаетесь стрессам?		
Есть ли у вас проблемы с кожей, например сухая кожа, трещины в уголках рта?		
Вы регулярно употребляете алкогольные напитки?		
Отдаете ли вы предпочтение продуктам из муки грубого помола?		
Вы едите мясо вообще?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витаминами группы В.

Таблица 59 – Тест на обеспеченность витамином С

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы частыми простудами или повышенной восприимчивостью к инфекциям?		
Вы выкуриваете больше 5 сигарет в день?		
Часто ли вы принимаете медикаменты с ацетилсалициловой кислотой и обезболивающие?		
Редко ли вы едите свежие овощи?		
Вы едите мало сырых салатов?		
Часто ли вы едите сохраняющуюся в тепле или вновь разогретую пищу?		
Вы варите овощи и картофель в большом количестве воды?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином С.

Таблица 60 – Тест на обеспеченность витамином Е

Вопрос	Да	Нет
1	2	3
Страдаете ли вы нарушениями кровообращения?		
У вас слабые соединительные ткани?		
Образуются ли у вас после повреждения некрасивые шрамы?		
Часто ли вы бываете на солнце?		

1	2	3
Вы курите?		
Часто ли вы подвергаетесь негативному влиянию, например, смога или выхлопных газов?		
Часто ли вы употребляете растительные масла?		
Вы не употребляете растительный маргарин?		
Вы не употребляете продукты из муки грубого помола?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином Е.

Задание. Составьте свой суточный пищевой рацион. Результат расчетов занесите в таблицу 61.

Проанализируйте результаты тестовых заданий и сделайте вывод об обеспеченности вашего организма витаминами, макро- и микроэлементами.

Сделайте выводы: о калорийности пищевого рациона, об оптимальности пищевого рациона, о выполнении суточных норм в потреблении питательных веществ.

Таблица 61 – Суточный пищевой рацион

Режим питания	Название блюда	Продукты, необходимые для его приготовления	Масса, г	Содержание во взятом количестве продукта, г			Калорийность, ккал
				Белки	Жиры	Углеводы	
1-й завтрак							
2-й завтрак							
Обед							
Ужин							

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается рациональность питания?
2. Какое значение имеют для организма белки, жиры, углеводы, витамины?
3. Чем обусловлена проблема голода современного населения Земли?

4. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к питанию человека.

5. Приведите примеры заболеваний человека, связанные с недостатком витаминов.

Лабораторная работа № 6

Загрязнение пищевых продуктов нитратами и их определение в различных овощных культурах в зависимости от вида, сорта, органа, ткани

Нитраты – неотъемлемая часть всех наземных и водных экосистем, поскольку процесс нитрификации, ведущий к образованию окисленных неорганических соединений азота, носит глобальный характер. В то же время, в связи с применением в больших масштабах азотных удобрений, поступление неорганических соединений азота в растения возрастает. Избыточное потребление азота удобрениями не только ведет к аккумуляции нитратов в растениях, но и способствует загрязнению водоемов и грунтовых вод остатками удобрений, в результате чего территория загрязнения сельхозпродукции нитратами расширяется. Однако накопление нитратов в растениях может происходить не только от переизбытка азотных удобрений, но и при недостатке других их видов (фосфорных, калийных и др.) путем частичной замены недостающих ионов нитрат-ионами при минеральном питании, а также при снижении у ряда растений активности фермента нитратредуктазы, превращающего нитраты в белки.

Ввиду этого наблюдается четкое различие видов и сортов растений по накоплению и содержанию нитратов. Существуют, например, виды овощных культур с большим и малым содержанием нитратов. Так, накопителями нитратов являются семейства тыквенных, капустных, сельдерейных. Наибольшее их количество содержится в листовых овощах: петрушке, укропе, сельдерее (табл. 62, рис. 18), наименьшее – в томатах, баклажанах, чесноке, зеленом горошке, винограде, яблоках и др. И между отдельными сортами существуют в этом отношении сильные различия. Так, сорта моркови «шантанэ», «пионер» отличаются низким содержанием нитратов, а «нантская», «лосиноостровская» – высоким. Зимние сорта капусты мало накапливают нитратов по сравнению с летними.

Наибольшее количество нитратов содержится в сосущих и проводящих органах растений – корнях, стеблях, черешках и жилках листьев. Так, у капусты наружные листья кочана содержат в 2 раза

больше нитратов, чем внутренние. А в жилке листа и кочерыжке содержание нитратов в 2–3 раза больше, чем в листовой пластинке. У кабачков, огурцов и тому подобных плодов нитраты убывают от плодоножки к верхушке.

В результате употребления продуктов, содержащих повышенное количество нитратов, человек может заболеть метгемоглобинией. При этом заболевании ион NO_3 взаимодействует с гемоглобином крови, окисляя железо, входящее в гемоглобин, до трехвалентного, а образовавшийся в результате этого метгемоглобин не способен переносить кислород, и человек испытывает кислородную недостаточность: задыхается при физических нагрузках.

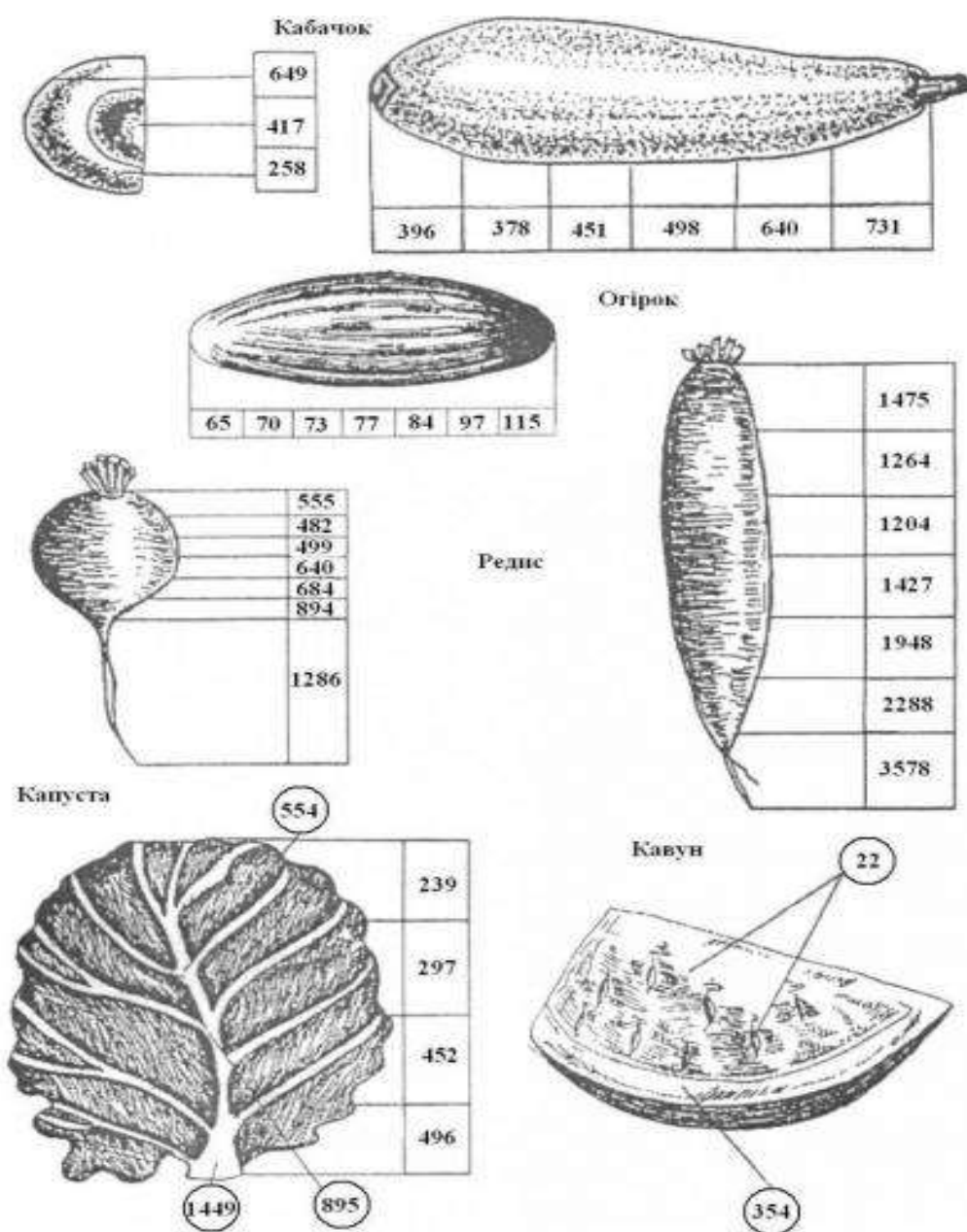


Рисунок 18 – Распределение нитратов в растениях, мг/кг сырой массы

Таблица 62 – Содержание нитратов в сельскохозяйственной продукции и их допустимые уровни, мг/кг сырой массы по нитрат-иону [Методические указания по определению..., 1989]

Вид растения	Содержание нитратов	Допустимый уровень	
		для открытого грунта	для закрытого грунта
Арбузы	40–600	60	
Баклажаны	80–270		
Брюква	400–550	400	
Горошек зеленый	20–80		
Дыни	40–500	90	
Капуста белокочанная	600–3000	900	
Капуста кольраби	160–2700	400	
Кабачки	400–700	400	400
Картофель	40–980	250	
Кресс-салат	1300–4900	2000	3000
Лук зеленый	40–1400	600	800
Лук репчатый	60–900	80	
Морковь	160–2200	400	
Огурцы	80–560	150	400
Перец сладкий	40–330	200	400
Петрушка (зелень)	1700–2500	1800	
Редька черная	1500–1800	1300	
Редис	400–2700	1500	
Репа	600–900	700	
Салат	400–2900	2000	3000
Свекла столовая	200–4500	1400	
Томаты	10–180	150	300
Укроп	400–2200	2000	3000
Фасоль	20–900		
Чеснок	40–300		
Шпинат	600–4000	1200	
Щавель	240–400		

В желудочно-кишечном тракте избыточное количество нитратов под действием микрофлоры кишечника превращается в токсичные нитриты, а далее возможно превращение их в нитрозоамины – сильные канцерогенные яды, вызывающие опухоли. В связи с этим при употреблении в пищу растений – накопителей нитратов важно нитраты разбавлять и употреблять в малых дозах. Содержание нитратов

можно уменьшить вымачиванием, кипячением продуктов (если отвар не используется), удалением тех частей, которые содержат большое количество нитратов.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы взрослого человека, т. е. при массе 50–60 кг – это 220–300 мг, а при 60–70 кг – 300–350 мг.

В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов, сортов, тканей и частей овощной продукции, который основан на хорошо известной реакции нитрат-иона с дифениламином. При этом описываются два варианта: с использованием выжатого сока и целых растений.

Цель работы: освоить метод определения нитратов в овощных культурах, сравнить содержание нитратов в различных культурах в зависимости от вида, сорта, органа, ткани.

Оборудование, реактивы, материалы:

1) ступки малые с пестиками; 2) предметные стекла; 3) марлевые салфетки; 4) мелкие емкости – пузырьки из-под пенициллина с пробками; 5) пипетки химические на 5 мл; 6) пипетки медицинские; 7) скальпели; 8) 1 %-й раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте; 9) исходный раствор NaNO_3 для построения калибровочной кривой; 10) дистиллированная вода; 11) термостойкий химический стакан на 0,5–1 л для кипячения овощей; 12) электроплитка; 13) части различных овощей, содержащих наибольшее количество нитратов, с неокрашенным соком (капуста, огурцы, кабачки, картофель, дыня и др.).

Ход работы

За несколько дней до занятия студентам дается задание принести различные овощи, купленные в магазине или привезенные с собственного участка. Овощи следует вымыть и обсушить.

В один из пузырьков налейте 10 мл исходного раствора NaNO_3 , соответствующего по концентрации максимальному содержанию нитратов в овощах – 3 000 мг/кг (табл. 63). Следует отметить, что в отдельных органах растений встречаются и значительно большие концентрации.

Готовят серию калибровочных растворов путем разбавления пополам предыдущего (например, к 3 мл исходного раствора прибавляется 3 мл дистиллированной воды, взбалтывается и т. д.). Получают серию растворов с разным содержанием нитратов: 3000; 1500; 750; 375; 188; 94; 47; 23 мг/кг.

Под предметное стекло подложите лист белой бумаги, на стекло капните две капли изучаемого раствора и две такие же капли дифениламина в трехкратной повторности. Описывают реакцию согласно градации, представленной в таблице 63, которую можно использовать как для калибровочных растворов, так и для двух типов анализов.

Таблица 63 – Содержание нитратов в различных овощных культурах по Церлингу (1990)

Балл	Характер окраски	Содержание нитратов, мг/кг
6	Сок или срез окрашивается быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает	>3000
5	Сок или срез окрашивается в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время	3000
4	Сок или срез окрашивается в синий цвет. Окраска наступает не сразу	1000
3	Окраска светло-синяя, исчезает через 2–3 мин	500
2	Окраска быстро исчезает, окрашиваются главным образом проводящие пучки	250
1	Следы голубой, быстро исчезающей окраски	100
0	Нет ни голубой, ни синей окраски. На целых растениях возможно порозовение	0

Следует отметить, что основой для определения содержания нитратов в соке должны быть собственные исследования, а не выше-приведенная таблица 63, так как окраска может варьироваться в зависимости от качества реактивов, срока их годности, температуры в помещении и др.

Овощи и плоды расчлените на части: зона, примыкающая к плодоножке, кожура, периферийная часть, срединная часть, кочерыжка (у капусты), жилки, лист без жилок. Вырезанные части мелко нарежьте ножом и быстро разотрите в ступке, сок отожмите через 2–3 слоя марли. 2 капли сока капните на чистое предметное стекло, положенное на белую бумагу, добавьте 2 капли дифениламина. Быстро опишите все наблюдаемые реакции согласно схеме. Повторность опыта 3-кратная. В случае сомнений в содержании нитратов в той или иной части овощной продукции капните рядом калибровочный раствор с известной концентрацией вещества и повторите реакцию с дифениламином.

Анализ начните с сока капусты и картофеля, затем поместите эти овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятите 10–15 мин, после чего проанализируйте и отварные овощи, и отвар. За время варки сделайте анализ различных частей других овощей и плодов (не менее четырех видов за занятие). Запишите в общую таблицу на доске и в частную – в тетради (табл. 64).

Таблица 64 – Содержание нитратов
в различных овощах и плодах (схема записи)

Исследуемое растение	Часть	Баллы	Содержание нитратов в мг/кг
Картофель свежий	а) под кожурой б) срединная часть		
Картофель отварной	Те же части		
Капуста	а) жилки б) кочерыжка в) лист	–	
Капуста отварная	Те же части		
Отвар			

Задание: дайте оценку качества исследуемой продукции растениеводства: какие продукты содержат мало нитратов, а какие много. Объясните (опишите) расположение нитратов внутри плодов. Дайте оценку возможности отравления нитратами при использовании выбранных продуктов питания.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Почему опасно накопление нитратов в продуктах растениеводства?
2. Почему возможно накопление нитратов в растениях?
3. Какие растения способны накапливать особенно высокие концентрации нитратов?
4. Какие сельскохозяйственные растения нитратов почти не накапливают, с чем это связано?
5. Перечислите способы снижения количества нитратов в овощах.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО РАЗДЕЛУ

2

Задание № 1. *Дайте характеристику экологическим кризисам в предыстории человека и экологическим революциям, позволившим выйти человечеству из сложившейся ситуации (табл. 65).*

Таблица 65 – Экологические кризисы и революции в предыстории человечества

Экологические кризисы (описать суть указанного кризиса)	Период	Экологические революции, завершающие экологический кризис (описать суть указанной революции)
Доантропогенный экологический кризис аридизации	3 млн лет назад	
Кризис обеднения ресурсов промысла и собирательства	36–50 тыс. лет назад	Биотехническая революция
Первый антропогенный кризис (консументов, пререпромысла)	10–50 тыс. лет назад	Сельскохозяйственная революция, переход к производственному хозяйству
Кризис примитивного поливного земледелия	2 тыс. лет назад	Вторая сельскохозяйственная революция широкого освоения неполивных земель
Второй антропогенный экологический кризис (продуцентов)	150–350 лет назад	Промышленная революция

Задание № 2. *Укажите, чем отличаются понятия экологический кризис и экологическая катастрофа.*

Глобальный экологический кризис – _____

Глобальная экологическая катастрофа – _____

Задание № 3. *Приведите примеры деградации окружающей среды и сделайте вывод – в современном мире развивается глобальный экологический кризис или катастрофа?*

Примеры деградации окружающей среды, свидетельствующие о развитии с современным мире глобального(ой) экологического(ой)

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____
 6. _____
 7. _____
- Заключение: _____

Задание № 4. Назовите причины стремительного роста народонаселения в конце XIX и середине XX столетия (рис. 19).

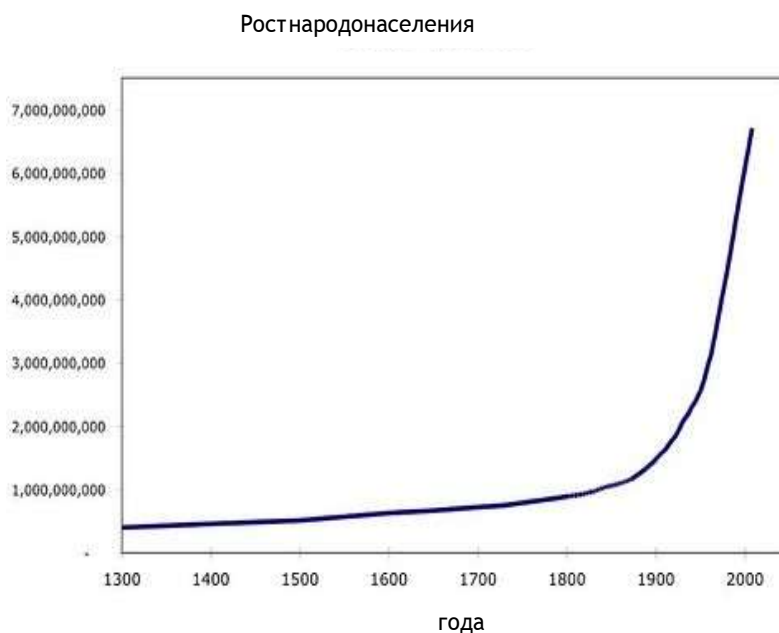


Рисунок 19 – Демографический взрыв

Задание № 5. Расставьте в историческом порядке этапы демографического перехода, характеризующие демографические изменения в обществе.

А. Низкая степень устойчивости: снижение и стабилизация рождаемости, смертности и численности населения.

В. Начальный период роста: сохраняется высокая рождаемость, снижается смертность, растет продолжительность жизни.

С. Современный период роста: стабилизация коэффициента смертности на низком уровне и некоторое снижение коэффициента

рождаемости.

Д. Высокая степень устойчивости: высокая рождаемость и высокая смертность, которые сдерживали рост населения.

Задание № 6. Предложите пути гармонизации отношений общества с окружающей средой.

Задание № 7. Дайте определение понятию «парниковый эффект» и объясните сущность процессов, представленных на рисунке 20.

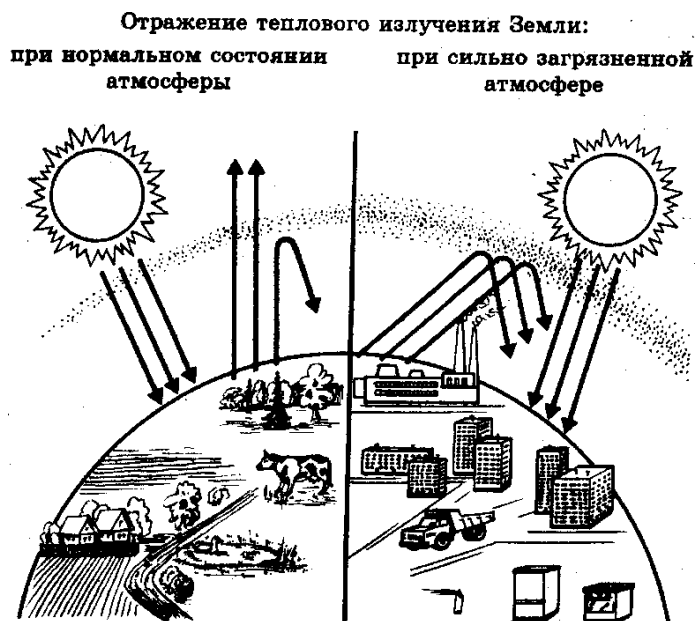


Рисунок 20 – Отражение теплового излучения Земли

Парниковый эффект _____

Задание № 8. Перечислите газы атмосферы, которые вызывают парниковый эффект.

Задание № 9. Назовите вещества, загрязняющие атмосферу, усиливающие парниковый эффект.

Естественного происхождения	Антропогенного происхождения

Задание № 10. Приведите факты, свидетельствующие об изменении климата вследствие усиления «парникового эффекта».

Задание № 11. Назовите страны, которые в настоящее время осуществляют наибольший выброс парниковых газов.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

5. _____

Задание № 12. Укажите, какими способами можно снизить выбросы парниковых газов. Приведите пример результатов международной деятельности под эгидой ООН в борьбе с глобальным изменением климата под действием парниковых газов.

Способы снижения выбросов парниковых газов: _____

Международная деятельность под эгидой ООН в борьбе с глобальным изменением климата под действием парниковых газов: _____

Задание № 13. Дайте ответ на вопрос: «Почему XX век называют веком углеводородного топлива?», – и ответьте, сохраняется ли такая же ситуация и сегодня.

Задание № 14. Назовите негативные последствия широкого применения углеводородного топлива.

Задание № 15. Дайте оценку современному состоянию использования альтернативных источников энергии и возможный прогноз на будущее. Приведите пример стран, уже сегодня использующих эти виды энергетики (табл. 66).

Таблица 66 – Альтернативные источники энергии:
состояние, перспективы

Источник энергии	Состояние на данное время	Перспективы использования	Страны, использующие данные источники энергии
Атомная энергия			
Солнечная энергия			
Ветровая энергия			
Геотермальная энергия			
Энергия приливов и отливов			
Биотопливо			
Водородное топливо			

Задание № 16. Выберите один из источников альтернативной энергии, проведите сравнительную оценку и сделайте вывод.

Задание № 17. Рассмотрите энергопотребление у себя дома и предложите пути снижения энергозатрат.

Задание № 18. Назовите страны, не испытывающие проблемы в обеспечении продовольствием населения, и страны с постоянно

ухудшающимся продовольственным обеспечением.

Страны, не испытывающие проблемы в обеспечении продовольствием населения	Страны с постоянно ухудшающимся продовольственным обеспечением

Задание № 19. *Благодаря первой зеленой революции, в 60-х гг. XX в. удалось резко повысить урожайность и снизить потери сельскохозяйственных культур. Оцените положительные и отрицательные последствия первой зеленой революции.*

Положительные последствия	Отрицательные последствия

Задание № 20. *В условиях стремительного роста населения планеты глобальной проблемой является скрытый голод. Поясните суть этого термина.*

Задание № 21. *Назовите пути решения продовольственной проблемы, которые предлагаются в современном мире.*

Задание № 22. *Один из путей решения продовольственной проблемы – это использование генно-модифицированных организмов (ГМО). Назовите примеры положительного эффекта и экологические риски, возникающие в связи с использованием ГМО.*

Положительный эффект	Экологические риски

Задание № 23. *Дайте определение понятию «биологическое разнообразие». Укажите значение биоразнообразия в обеспечении устойчивости экологических систем.*

Биологическое разнообразие – _____

Значение биоразнообразия в обеспечении устойчивости экологических систем – _____

Задание № 24. *Назовите причины сокращения биоразнообразия в биосфере.*

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Задание № 25. Перечислите мероприятия мирового сообщества для сохранения биоразнообразия.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Задание № 26. Дайте определение следующим понятиям, согласно Федеральному закону от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»:

- качество окружающей среды – _____
- благоприятная окружающая среда – _____

Задание № 27. Приведите примеры антропогенных воздействий на окружающую среду.

Примеры отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Примеры положительного антропогенного воздействия на окружающую среду:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Задание № 28. Дайте определение понятию «загрязнение».

Задание № 29. Дайте определение видам загрязнения, назовите источники загрязнения и приведите примеры (табл. 67).

Таблица 67 – Виды загрязнения окружающей среды

Показатель	Вид загрязнений			
	Ингредиентное	Параметрическое	Биоцено- тическое	Стационально- деструкционное
Определение				
Источники				

загрязнения				
Примеры				

Задание № 30. Назовите, какие источники загрязнения относятся к стационарным, какие – к передвижным, и приведите примеры.

Стационарные источники загрязнения – _____

Пример: _____

Передвижные источники загрязнения – _____

Пример: _____

Задание № 31. Укажите, какие виды загрязнения относятся к выбросам, какие к сбросам, приведите пример, связанный с вашей будущей профессиональной деятельностью.

Выбросы – _____

Пример: _____

Сбросы – _____

Пример: _____

Задание № 32. Дайте определения понятиям «природопользование», «рациональное природопользование», «природные ресурсы», «природно-ресурсный потенциал», «охрана окружающей среды».

Природопользование – _____

Рациональное природопользование – _____

Природные ресурсы – _____

Природно-ресурсный потенциал – _____

Охрана окружающей среды – _____

Задание № 33. Приведите пример возобновляемым и невозобновляемым природным ресурсам.

Задание № 34. Согласно закону о конечности ресурсов, «все ресурсы на Земле конечны». Объясните возможность или невозможность существования термина «неисчерпаемые ресурсы».

Задание № 35. Дайте оценку состоянию и перспективам природных ресурсов (табл. 68).

Таблица 68 – Запасы и перспективы использования природных ресурсов

Ресурс	Запасы	Перспектива
1	2	3
<i>Энергетические ресурсы</i>		
Альтернативные источники энергии		
Нефть		

Природный газ		
Уголь		

Продолжение табл. 68

1	2	3
<i>Газово-атмосферные ресурсы</i>		
O ₂		
CO ₂		
Озоновый экран		
<i>Водные ресурсы</i>		
Атмосферная влага		
Океанические и морские воды		
Озера, водохранилища, пруды		
Текущие воды (рек, ручьев, поверхностного и глубинного стока)		
Почвенная влага		
Гидрогеологические ресурсы (грунтовые и т. д.)		
Криогенные субстраты (ледники и т. д.)		
<i>Почвенно-геологические ресурсы</i>		
Почвы и подпочвы		
Металлические руды		
Неметаллические руды		
Ресурсы растений-продуцентов		
Генетико-видовой состав		
Биомасса (в том числе лесные ресурсы)		
Хозяйственная производительность растительного покрова		
Фотосинтетическая активность		
Очистительная способность растений		
Ресурсы консументов		
Генетико-видовой состав		
Биомасса		
Продуктивность		
Роль животных как санитаров, опылителей, поглотителей химических веществ		
<i>Ресурсы редуцентов</i>		
Генетико-видовой состав		
Биомасса		
Химико-физическая активность		
<i>Комплексная ресурсная группа</i>		
<i>Рекреационные ресурсы</i>		
Ресурсы природной среды – оптимума повседневных условий для жизни людей		

Ресурсы отдыха		
Лечебные природные ресурсы		

Окончание табл. 68

1	2	3
<i>Антропоэкологические ресурсы</i>		
Социальные		
Генетические		
<i>Ресурсы пространства и времени</i>		
Ресурсы пространства (территориальные, водные, воздушные, включая ближайшее космическое пространство)		
Время		
Ресурсы общего экологического баланса		

Задание № 36. *Опишите суть экологических принципов рационального использования природных ресурсов.*

Принцип системного подхода – _____

Принцип оптимизации природопользования – _____

Принцип опережения темпов добычи сырья темпами переработки – _____

Принцип гармонизации отношений природы и производства – _____

Принцип комплексного использования природных ресурсов – _____

Задание № 37. *Рассчитайте объем вод гидросферы, процент отдельных водных ресурсов от общего объема вод гидросферы, результаты занесите в таблицу 69 (рис. 21).*

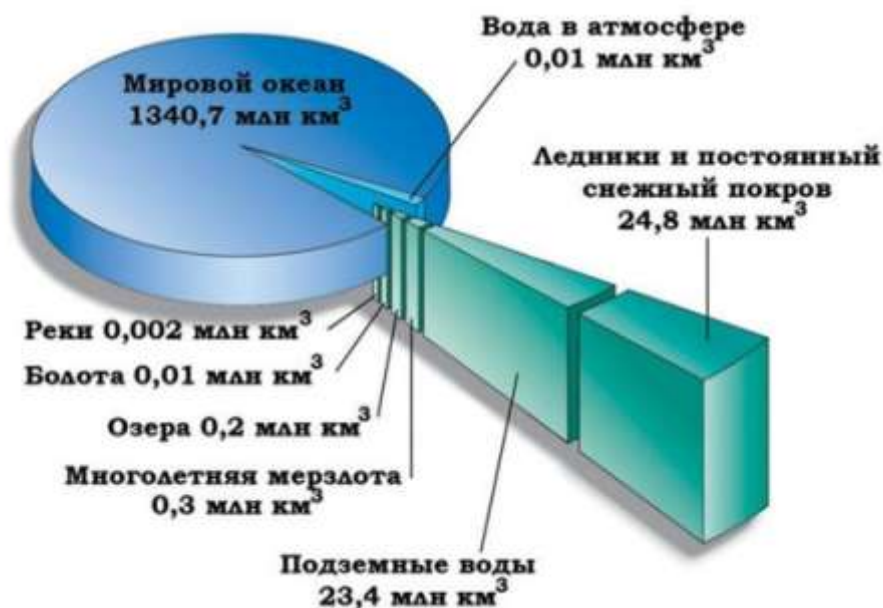


Рисунок 21 – Распределение воды в гидросфере
Таблица 69 – Распределение воды в гидросфере

Часть гидросферы	Объем воды, тыс. куб. км	% от общего объема вод
Мировой океан	1 340 700	
Вода в атмосфере	10	
Ледники и постоянный снежный покров	24 800	
Подземные воды	23 400	
Многолетняя мерзлота	300	
Озера	200	
Болота	10	
Реки	2	
Вся гидросфера		

Задание № 38. Назовите примеры отрицательного антропогенного воздействия на водные объекты гидросферы.

Загрязнение вод – _____

Замусоривание – _____

Истощение вод – _____

Деградация водных объектов – _____

Эвтрофикация – _____

Задание № 39. Назовите основные загрязнители водных объектов и оцените степень их воздействия.

Задание № 40. Назовите основные способы очистки сбросов для сохранения качества водных ресурсов.

Задание № 41. Назовите некоторые из российских законода-

тельных актов, содержащих требования в области охраны вод.

Задание № 42. Дайте характеристику приземного слоя атмосферного воздуха.

Задание № 43. Назовите основные источники загрязнения атмосферного воздуха.

Задание № 44. Охарактеризуйте загрязнители атмосферного воздуха и укажите, какие заболевания человека может вызвать данный загрязнитель.

Задание № 45. Назовите основные способы очистки выбросов для сохранения качества атмосферного воздуха.

Задание № 46. Изучив состав земель Российской Федерации, укажите, какие земли нуждаются в приоритетной охране и почему (рис. 22).

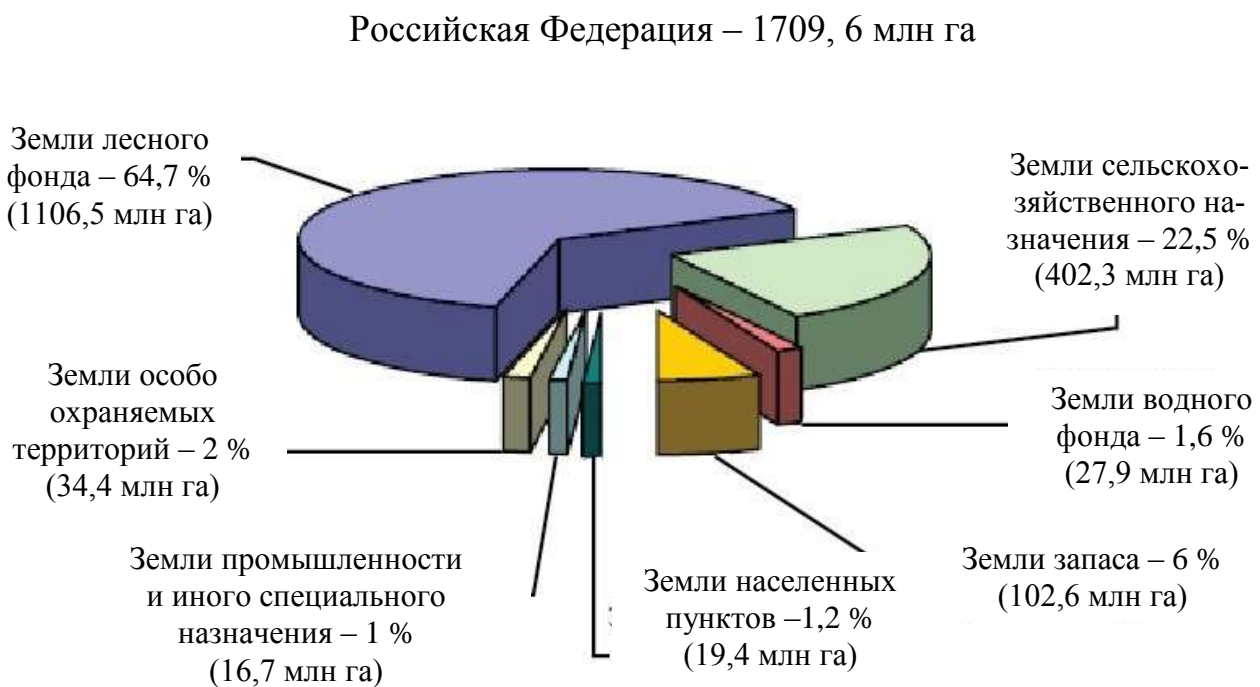


Рисунок 22 – Состав земель Российской Федерации

Задание № 47. Назовите причины ветровой и водной эрозии почв и меры защиты земель от эрозии.

Схема ответа

Ветровая эрозия

Причины: _____

Меры по защите земель: _____

Первичная водная эрозия

Причины: _____

Меры по защите земель: _____

Вторичная водная эрозия

Причины: _____

Меры по защите земель: _____

Задание № 48. *Охарактеризуйте вред плодородному слою почвы и сельскохозяйственной продукции, причиняемый химизацией сельского хозяйства.*

Негативное воздействие химизации сельского хозяйства на плодородный слой почвы: _____

Негативное воздействие химизации сельского хозяйства на сельскохозяйственную продукцию: _____

Задание № 49. *Дайте определение понятиям «экозащитная техника» и «экозащитные технологии».*

Экозащитная техника – _____

Экозащитные технологии – _____

Задание № 50. *Поясните смысл понятия «малоотходные технологии».*

Задание № 51. *Назовите современные способы очистки сточных вод.*

Задание № 52. *Назовите современные способы очистки выбросов.*

Задание № 53. *Дайте определение понятиям «органическое животноводство» и «земледелие».*

Органическое земледелие – _____

Органическое животноводство – _____

Задание № 54. *Поясните термин «экологизация сельского хозяйства». Чем отличается глубокая экологизация от поверхностной?*

Экологизация сельского хозяйства – _____

Задание № 55. *Разработайте принципы создания безопасного для окружающей среды предприятия, связанного с вашей будущей профессиональной деятельностью.*

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМА

1. Назовите причины стремительного роста населения планеты.
2. Назовите этапы демографического перехода.
3. В чем состоит суть теории глобального экологического кризиса и глобальной экологической катастрофы?
4. Какова роль катастроф в эволюции биосферы? Закон катастрофического толчка.
5. Назовите пути решения глобальных экологических проблем.
6. Приведите примеры деградации биосферы и проанализируйте роль человечества в этом процессе.
7. Что такое «парниковый эффект»?
8. Какие газы называют парниковыми?
9. Назовите среднегодовую температуру планеты в современный период.
10. Назовите возможные последствия глобального потепления.
11. Какова роль России в снижении выбросов парниковых газов?
12. Какие сегодня страны осуществляют наибольший выброс парниковых газов?
13. Какие международные документы были приняты для решения глобальной проблемы изменения климата?
14. Назовите основные экологические проблемы углеводородной энергетики.
15. Почему в настоящее время не получило широко распространения?

нение альтернативная энергетика?

16. Какие способы повышения энергоэффективности производства вы знаете?

17. Назовите причины возникновения глобальной продовольственной проблемы.

18. Объясните разницу понятий «голод» и «скрытый голод».

19. Каково значения первой зеленой революции?

20. Какие технологии может включить вторая зеленая революция?

21. Какие шаги делает мировое сообщество для решения продовольственной проблемы?

22. Определение понятия «биологическое разнообразие». Значение биоразнообразия в обеспечении устойчивости экологических систем.

23. Какие виды биологического разнообразия вы знаете?

24. Какие вы можете назвать причины сокращения биологического разнообразия?

25. Когда была принята конвенция ООН по биоразнообразию и какова ее роль в сохранении биологического разнообразия?

26. Что такое «качество окружающей среды»?

27. Какая окружающая среда считается благоприятной?

28. Какое воздействие на окружающую среду оказывает человек?

29. Какое загрязнение окружающей среды называется ингредиентным?

30. Какое загрязнение окружающей среды называется параметрическим?

31. Какие загрязнения окружающей среды можно отнести к биоценологическому загрязнению?

32. Какие антропогенные воздействия формируют стационально-деструкционное загрязнение?

33. Что означает термин «рациональное природопользование»?

34. Чем отличаются понятия «экология» и «охрана окружающей среды»?

35. Как сказался на запасах природных ресурсов демографический взрыв?

36. Сформулируйте закон конечности природных ресурсов.

37. Как трактуются закон падения природно-ресурсового потенциала и закон снижения энергетической эффективности природопользования?

38. В чем заключаются принципы рационального использования

природных ресурсов?

39. Назовите этапы развития охраны окружающей среды.

40. Дайте оценку водным ресурсам планеты.

41. Какие виды отрицательного антропогенного воздействия на воды вы знаете?

42. Какой загрязнитель вод вы считаете самым опасным и почему?

43. Что такое эвтрофикация водоема?

44. Какие меры охраны вод вы знаете?

45. Что такое атмосферный воздух?

46. Какие вы знаете наиболее опасные загрязнители атмосферного воздуха?

47. Какие меры способны предотвратить загрязнение атмосферного воздуха стационарными и передвижными источниками загрязнения атмосферного воздуха?

48. Какие категории земель включает Земельный фонд Российской Федерации?

49. Поясните термин «целевое назначение земель».

50. Что такое ветровая и водная эрозия?

51. Назовите принципы рационального использования земель.

52. Какие экозащитные технологии вы знаете?

53. Назовите примеры экозащитной техники.

54. Приведите примеры поверхностной и глубокой экологизации сельского хозяйства.

55. Назовите преимущества органического земледелия и животноводства.

3. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Особо охраняемые природные территории. Красные книги животных и растений. Сведения о Красной книге. Заповедники на территории Красноярского края.

Экологическое право. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Принцип современного развития природы и общества как принцип устойчивого развития.

Лабораторная работа № 7

Оценка радиационного состояния окружающей среды

Радиоактивностью называют самопроизвольный распад неустойчивых ядер с испусканием других ядер или элементарных частиц. Характерным признаком, отличающим ее от других видов ядерных превращений, является самопроизвольность (спонтанность) этого процесса. Различают естественную и искусственную радиоактивность. Естественная радиоактивность встречается у неустойчивых ядер, существующих в природных условиях. Искусственной называют радиоактивность ядер, образующихся в результате различных ядерных реакций.

Радиоактивное излучение бывает трех типов: α , β и γ .

α -излучение отклоняется электрическим и магнитным полями, обладает высокой ионизирующей и малой проникающей способностью (поглощается слоем алюминия толщиной 0,05 мм), это поток ядер гелия.

β -распад заключается во внутриядерном взаимном превращении нуклонов (нейтрона в протон и обратно). **β -излучение** представляет собой поток электронов (позитронов), оно отклоняется электрическим и магнитным полями, его ионизирующая способность примерно на два порядка меньше, а поглощающая способность гораздо больше (поглощается слоем алюминия толщиной 2 мм), чем у α -частиц. Коэффициент поглощения β -излучения, которое сильно рассеивается в веществе, сильно зависит не только от свойств вещества, но и от размеров и формы тела, на которое падает β -излучение.

γ-излучение не отклоняется электрическим и магнитным полями, обладает относительно слабой ионизирующей способностью и очень большой проникающей способностью (проходит через слой свинца толщиной 5 см). При прохождении через кристаллическое вещество наблюдается дифракция γ-излучения. γ-излучение – это коротковолновое электромагнитное излучение с чрезвычайно малой длиной волны – меньше 10⁻¹⁰ м.

Многие радиоактивные процессы сопровождаются излучением γ-квантов.

Радиоактивностью является также спонтанное деление ядер, протонная активность и др. Понятие радиоактивности иногда распространяется и на превращения элементарных частиц.

Радиационный фон – это ионизирующее излучение земного и космического происхождения, постоянно воздействующее на человека. В радиационный фон не входят местные радиационные загрязнения окружающей среды в результате деятельности человека, равно как и облучение на производстве или при рентгенодиагностике и других медицинских процедурах. Величина природного радиационного фона в определенных регионах Земли относительно постоянна.

Различают естественный, технологически измененный естественный и искусственный радиационный фон. Естественный радиационный фон обусловлен космическим излучением и излучением природных радионуклидов. Технологически измененный радиационный фон формируется за счет природных источников ионизирующего излучения, например излучения рассеянных в окружающей среде естественных радионуклидов, извлеченных из недр Земли вместе с полезными ископаемыми или содержащихся в строительных материалах. Искусственный радиационный фон – глобальное загрязнение окружающей среды образующимися при расщеплении ядер урана и плутония искусственными радионуклидами; возник после начала испытания ядерного оружия, а также частично за счет сброса атомными электростанциями благородных газов, углерода и трития. Искусственный радиационный фон в масштабах земного шара в среднем составляет 1–3 % естественного радиационного фона.

Мерой радиационного фона на местности является мощность экспозиционной дозы. На территории нашей страны на местности (высота 1 м от поверхности земли) радиационный фон колеблется в основном в пределах 5–25 мкР/ч. В местах залегания гранитов и других минералов, содержащих повышенные концентрации урана и радия, величина радиационного фона и соответственно мощность дозы

внешнего облучения на местности может достигать более 60 мкР/ч (норматив радиационной безопасности).

В медицинской практике радиационный фон оценивают по мощности поглощенной дозы в тканях организма, формируемой как внешним облучением, так и внутренним, вследствие воздействия естественных радионуклидов, содержащихся в организме.

Влияние радиационного фона на здоровье человека полностью не выяснено. Некоторые специалисты считают, что человек в процессе эволюции адаптировался к радиационному фону, поэтому он для него полностью безвреден. Существует точка зрения, что радиационный фон оказывает даже благоприятное действие на организм человека. Однако большинство специалистов концентрируют внимание на возможном отрицательном действии радиационного фона. Так, предполагают, что от 5 до 40 % всех случаев рака легкого обусловлены вдыханием радона и его дочерних продуктов в помещениях. Точных оценок опасности радиационного фона не существует, поскольку характерные для радиационного фона малые дозы ионизирующих излучений не вызывают в состоянии здоровья выраженных, поддающихся объективной регистрации сдвигов.

Согласно наиболее распространенной точке зрения, на которой основываются официальные международные и общественные принципы гигиенического нормирования радиационного воздействия, любую дозу ионизирующего излучения, в т. ч. образуемую за счет радиационного фона, нельзя считать абсолютно безопасной. Однако при низких дозах риск (эффект) очень мал и практически не поддается выявлению.

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации. Большинство из них таковы, что избежать облучения от них совершенно невозможно. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи (внешнее облучение). В случае если радиоактивные вещества оказываются в воздухе, пище или воде, они могут попасть внутрь организма человека. Такой способ облучения называют внутренним. Основными видами ионизирующих излучений, с которыми встречаются в настоящее время организмы, являются α -, β -частицы, γ -кванты, рентгеновское излучение.

Бытовые дозиметры предназначены для оперативного индивидуального контроля населением радиационной обстановки и позво-

ляют приблизительно оценивать мощность эквивалентной дозы излучения. Большинство современных дозиметров измеряет мощность дозы излучения в микрозивертах в час (мкЗв/ч), однако до сих пор широко используется и другая единица – микрорентген в час (мкР/ч). Соотношение между ними такое: $1 \text{ мкЗв/ч} = 100 \text{ мкР/ч}$.

Прибор «НЕЙВА ИР-002» оценивает радиационную обстановку. Работа индикатора происходит следующим образом. Проходящее через детектор γ -излучение вызывает внутри него газовый разряд, в результате которого на выводах детектора появляются импульсы напряжения. Электронная схема считает эти импульсы и высвечивает на табло. Время счета составляет либо 36, либо 360 с и определяется электронной схемой. Выбранный интервал времени измерения необходим для измерения реального уровня γ -излучения мкР/ч. Таким образом, определяя количество импульсов, можно оценить уровень радиоактивного фона на каком-либо объекте ($1 \text{ мкР/ч} = 0,01 \text{ мкЗв/ч}$).

Цель работы: оценить радиационное состояние окружающей среды и ее компонентов с помощью дозиметра.

Оборудование, реактивы, материалы: прибор – индикатор радиоактивности «НЕЙВА ИР-002».

Описание устройства и действия прибора

На рисунке 23 представлен внешний вид индикатора радиоактивности «НЕЙВА ИР-002», который предназначен для обнаружения и оценки уровня ионизирующего излучения. На передней и задней панели прибора находятся:

1. Переключатель, который имеет три положения:

– ВЫКЛ – соответствует отключенному от батареи питания состоянию;

– СБРОС – батарея питания подключена, электронная схема в исходном состоянии;

– СЧЕТ – основной режим работы индикатора, режим регистрации γ -излучения.

2. Кнопка «1/10».

С помощью кнопки «1/10» подсчет импульсов возможен двумя способами:

«1» – индикатор считает импульсы в течение 36 с;

«10» – индикатор считает импульсы в течение 360 с.



Рисунок 23 – Устройство прибора «НЕЙВА ИР-002»

Вариант 1. Определение мощности экспозиционной дозы естественного фона

Ход работы

1. Подготовьте прибор (индикатор радиоактивности).
2. Проведите замер радиационной обстановки.
3. Повторите п. 2 еще 8–10 раз и запишите полученные значения в тетрадь.
4. Подсчитайте среднее значение.
5. Полученные результаты запишите в таблицу 70.
6. Сравните полученное среднее значение фона с естественным радиационным фоном, принятым за норму, – 0,15 мкЗв/ч (табл. 70).

Таблица 70 – Мощность дозы и среднее экспозиционной дозы, мкР/ч или мкЗв/ч

№ п/п	Мощность дозы	Среднее экспозиционной дозы
1		
...		
10		

Задание

1. Определите мощность экспозиционной дозы естественного фона в разных помещениях учебного корпуса.

2. Определите мощность полевой эквивалентной дозы γ -излучения с помощью дозиметра. Проведите измерения на улице.

Вычислите в обоих случаях среднее арифметическое значение. Сравните результаты, сделайте выводы.

Вариант 2. Определение уровня загрязненности воды, почвы, продуктов питания по γ -излучению.

Ход работы

1. Подготовьте пробу в стандартных бытовых стеклянных банках емкостью от 0,5 до 3 л под бытовой полиэтиленовой крышкой: залейте жидкость (вода, молоко и др.) или засыпьте предварительно мелко измельченный продукт (грибы, ягоды, крупа и др.) в банку, чтобы верхняя граница не доходила до края горловины на 3–5 мм.

2. Подготовьте дозиметр к работе.

3. Установите прибор вплотную рабочей чувствительной поверхностью к почве или воде и снимите последовательно 5–6 показаний.

4. Рассчитайте среднее значение мощности дозы от пробы.

5. Уберите пробу и определите фоновое излучение.

6. Рассчитайте объемную активность пробы в Беккерелях на литр. Для этого от среднего значения мощности дозы отнимите значение фоновой радиации, затем полученное число умножьте на 1000 для пробы объемом 2 л или на 1200 для пробы объемом 1 л.

7. Сделайте вывод о радиационной чистоте исследуемых проб.

Задание. Определите уровень загрязненности исследуемых образцов (воды, почвы, продуктов питания) по γ -излучению с помощью дозиметра. Вычислите среднее арифметическое значение. Сделайте выводы об уровне загрязненности проб на основании полученных экспериментальных данных.

Результаты наблюдений занесите в таблицу отчета 71.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Таблица 71 – Уровень загрязненности исследуемых образцов

Номер пробы	Мощность дозы от пробы (среднее значение)		Фоновое излучение		Объемная активность пробы
	мкЗв/ч	мкР/ч	мкЗв/ч	мкР/ч	Бк/л
1 проба					
2 проба					
3 проба					
и т. д.					

Контрольные вопросы

1. Вычислите, какую дозу ионизирующих излучений получит человек в течение года, если среднее значение радиационного фона на протяжении года изменяться не будет. Сопоставьте ее со значением, безопасным для здоровья человека.

2. Какое радиоактивное излучение обладает самой большой проникающей способностью? Минимальной проникающей способностью?

3. Чему (в рентгенах) равен естественный фон радиации?

4. Какие существуют способы защиты от воздействия радиоактивных частиц и излучений?

5. Укажите экологические последствия радиационного загрязнения окружающей среды.

Лабораторная работа № 8

Моделирование механизма «парникового эффекта»

Термин «глобальная экология» был предложен в 1977 г. академиком М.И. Бутыко для комплексной науки, изучающей биосферу в целом. Академик С.С. Шварц подчеркивал, что «в последнее время сложилась практика определять комплекс глобальных экологических проблем взаимодействия человека и природы как глобальную экологическую проблему, а комплекс наук, исследующих эту проблему, – как глобальную экологию»... «одним из основополагающих принципов глобальной экологии должен быть принцип неизбежности прогрессирующего антропогенного изменения природной среды».

Среди экологических проблем обычно называют проблему разрушения озонового слоя, проблему «парникового эффекта», проблему кислотных дождей, сокращения биологического разнообразия и др.

Моделирование – это исследование какого-либо явления, процесса или объекта путем построения и изучения их моделей.

Модель (от лат. *modulus* – мера, образец) – любой образ, аналог, описание какого-либо процесса или явления, воспроизводящее или имитирующее его основные свойства.

Основоположником глобального экологического моделирования с имитацией процессов на ЭВМ (электронная вычислительная машина) является американский ученый Джой Форрестер.

Наиболее интересные модели глобального развития появились по инициативе итальянского экономиста Аурелио Печчеи «Римского клуба». Первым отчетом «Римскому клубу» была работа «Пределы роста» (Деннис Медоуз и др., 1972), явившаяся страстной проповедью опасностей безудержного экономического роста. С тех пор было создано около трех десятков отчетов «Римскому клубу», среди последних – работа С. Хантингтона «Столкновение цивилизаций» (1994), в которой утверждается, что будущие мировые конфликты могут определяться не экономикой или идеологией, а сферой культуры, противоречиями цивилизаций.

Прогрессивное человечество, и в первую очередь ученые и политики, уделяют большое внимание проблеме глобального потепления климата. Рассмотрим теперь, почему это явление называется «парниковым эффектом», какова его природа.

Представим себе парник (цветочную оранжерею или теплицу), который нагревается на солнце. Нагрев вызван тем, что световая энергия, проникающая внутрь парника через стекло, поглощается и превращается в тепловую, т. е. в инфракрасное (ИК) излучение, которое не может пройти через стекло наружу. Таким образом тепло как бы улавливается, и температура в парнике повышается.

Диалогично нагревается атмосфера Земли. Солнечные лучи падают на Землю. Большая их часть проникает сквозь атмосферу, и, поглощаясь, нагревает поверхностный слой Земли. Земля испускает невидимое инфракрасное излучение, в результате чего происходит ее охлаждение. Однако часть этого излучения поглощается парниковыми газами в атмосфере, которые выполняют роль «экрана», удерживающего тепло (рис. 24).

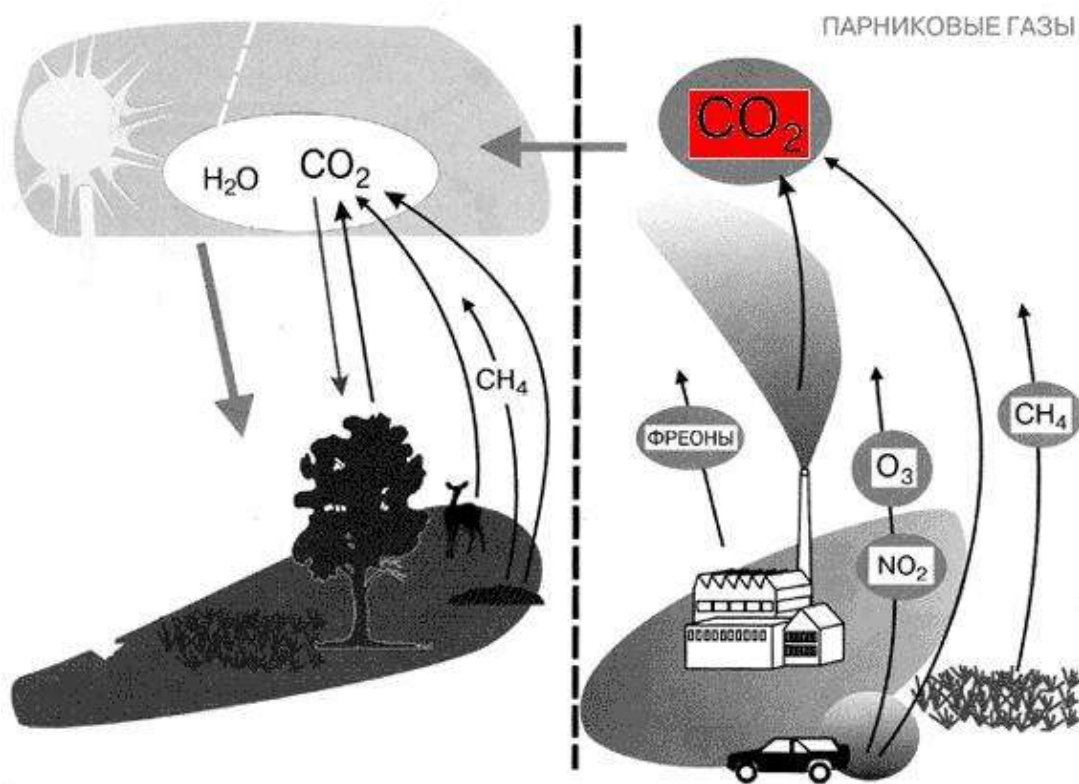


Рисунок 24 – Парниковый эффект

Чем выше концентрация этих газов, тем заметнее парниковый эффект.

Парниковые газы – это газы, создающие в атмосфере экран, задерживающий инфракрасные лучи, которые в результате нагревают поверхность Земли и нижний слой атмосферы. Многие из этих газов почти на всем протяжении истории существования Земли присутствовали в атмосфере в незначительном количестве. К наиболее распространенным природным парниковым газам относятся пары воды (H_2O). Следующим в ряду парниковых газов стоит углекислый газ (CO_2). При отсутствии CO_2 температура поверхности Земли была бы примерно на $33\text{ }^\circ\text{C}$ ниже, чем в настоящее время, т. е. условия для жизни животных и растений были бы крайне неблагоприятными. Углекислый газ попадает в атмосферу как естественным, так и искусственным путем. Следовательно, необходимо делать различие между естественным парниковым эффектом и антропогенным, усиленным парниковым эффектом [Петров К.М., 1997].

Далее рассмотрим проблемы парникового эффекта, вызванные деятельностью человека.

В настоящее время основными парниковыми газами являются углекислый газ CO_2 , метан CH_4 , хлорфторуглероды (фреоны) и оксид

азота (I) N_2O . Доля влияния основных парниковых газов на глобальное потепление длительное время составляла (в скобках указан уровень среднегодового прироста этих газов): CO_2 – 55 % (0,5 %); фреонов и родственных им газов – 24 (4); CH_4 – 15 (0,9); N_2O – 6 % (0,8 %). Тропосферный озон O_3 тоже относится к парниковым газам, но его трудно оценить количественно. Возникает он в тропосфере в результате химических реакций под действием солнечного света между углеводородами и оксидами азота, образовавшимися при сжигании ископаемого топлива.

К 2000 г. доля влияния этих парниковых газов на глобальное потепление изменилась. По сравнению с 1990 г. возросла доля углекислого газа с 55 до 64 % и метана – с 15 до 20 %, уменьшилась доля фреонов (в связи с их запретом) с 24 до 10 %, на прежнем уровне осталась доля N_2O (6 %) (табл. 72).

Таблица 72 – Основные парниковые газы, их источники и доля влияния на глобальное потепление [Гурни К., 2000]

Газ	Основные источники	Доля влияния на глобальное потепление, %
Углекислый газ CO_2	Производство, транспортировка и сжигание ископаемого топлива (86 %). Сведение тропических лесов и сжигание биомассы (12 %). Остальные источники (2 %)	64
Метан CH_4	Утечка природного газа. Производство топлива. Жизнедеятельность животных (пищеварительная ферментация). Рисовые плантации. Сведение лесов	20
Хлорфторуглероды (фреоны) и родственные газы	Холодильная промышленность (хладагенты). Производство аэрозольных упаковок. Системы кондиционирования воздуха. Производство пенопласта	10
Оксид азота (I) N_2O	Применение азотных удобрений. Сжигание биомассы. Сжигание ископаемого топлива	6

Антропогенный парниковый эффект на 57 % обусловлен добычей и потреблением энергии, на 9 – исчезновением лесов, на 14 – сельскохозяйственной деятельностью и на 20 % – остальным промышленным производством, не связанным с энергетическим циклом (в том числе и производством фреонов).

Цель работы: освоить метод моделирования ситуации при рассмотрении «парникового эффекта»; исследовать механизм образования «парникового эффекта».

Оборудование, реактивы, материалы: прозрачная пластмассовая коробка или аквариум с крышкой; пульверизатор; термометр с подставкой; электрическая лампа; темный грунт; светлый грунт.

Ход работы

1. Насыпьте на дно прозрачной пластмассовой коробки или аквариума темный грунт (песок или почву) слоем 2–3 см.

2. Увлажните песок или почву с помощью пульверизатора.

3. Сделайте из картона подставку для термометра.

4. Вкопайте ее в грунт и установите на нее термометр шариком вверх. Закройте сосуд крышкой.

5. Установите лампу над сосудом на расстоянии 20–30 см таким образом, чтобы свет падал на шарик термометра.

6. Выключив лампу, выждите, пока температура не сравняется с комнатной. Отметьте эту температуру в журнале для наблюдений.

7. Оставьте крышку на сосуде, включите лампу и записывайте температуру каждую минуту в течение 20 мин (термометр должен быть расположен так, чтобы можно было легко снимать его показания через стенку сосуда).

8. Выключив лампу, выждите, пока температура не сравняется с комнатной. Снова увлажните грунт и повторите опыт, сняв крышку с сосуда.

9. Постройте график, отложив по оси ординат температуру, а по оси абсцисс – время.

10. Снова сделайте ту же работу, заменив темный грунт светлым. Результаты оформите в виде таблицы 73.

Таблица 73 – Результаты эксперимента

Время, мин	Температура, °С			
	Темный грунт		Светлый грунт	
	без крышки	с крышкой	без крышки	с крышкой
1				
2				
...				
20				

Задание:

1. Изучите смысл парникового эффекта.
2. Зафиксируйте нагрев темного и светлого грунта, сравните результаты.
3. Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Почему температура повышается, когда коробка закрыта крышкой?
2. Сравните этот процесс с парниковым эффектом Земли.
3. Различаются ли температурные кривые для темного и светлого грунта?
4. Влияет ли на температуру воздуха увеличение облачности?
5. Как повлияет существенное повышение средней температуры на планете Земля на очертания суши?

Задачи:

1. Электростанция, работающая на угле, выделяет на каждый гигавайт-час вырабатываемой энергии 964 т CO₂ (с учетом добычи топлива, строительства и эксплуатации), на нефти – 726,2 т CO₂, на природном газе – в 1,5 раза меньше, чем на нефти, а выбросы CO₂ при строительстве солнечно-тепловой электростанции в 134 раза меньше, чем для работающей на газе. Рассчитайте, сколько тонн CO₂ выделяет электростанция, использующая энергию Солнца. Сделайте вывод, какая из указанных электростанций вносит больший «вклад» в развитие глобального потепления климата по данному парниковому газу. Для сведения: 1 гигавайт (ГВт) = 1 млрд Вт.

2. Для «дровяной» теплоэлектростанции мощностью 1 млрд Вт-ч были использованы специальные быстрорастущие деревья, которые

поглотили из атмосферы в процессе фотосинтеза 1 509,1 т CO_2 . В период строительства этой электростанции в атмосферу поступило 2,9 т CO_2 , а в период эксплуатации выделилось 1 346,3 т CO_2 . Каким будет результирующее влияние указанной электростанции на парниковый эффект: положительным или отрицательным? Сделайте вывод на основе вычислений.

3. В развитие парникового эффекта большой вклад вносят хлорфторуглероды (фреоны), мировое производство которых к 1990 г. составляло 43 4615 т. Объем производства этих веществ в США составлял 380 000 т. Вычислите, какая доля (в %) мирового производства фреонов приходилась на США в 1990-е гг.? В домашних холодильниках используется 3 800 т фреонов, в автомобильных кондиционерах – 54 100 т. Сколько процентов это составляет от общего объема производства этих веществ в США?

Лабораторная работа № 9

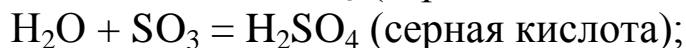
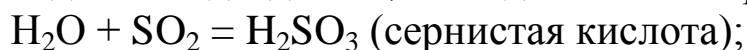
Влияние кислотных осадков на объекты живой и неживой природы

Кислотными называются любые осадки – дожди, туманы, снег, кислотность которых выше нормальной. К ним также относят выпадение из атмосферы сухих кислых частиц, более узко называемых кислотными отложениями. Кислотные осадки обусловлены присутствием серной (H_2SO_4) и азотной (HNO_3) кислот. Обычно кислотность на две трети состоит из первой и на одну треть из второй, но во многом их соотношение определяется особенностями антропогенного загрязнения атмосферы в конкретном регионе. Присутствие в этих формулах серы и азота указывает на то, что проблема связана с выбросами данных элементов в воздух (рис. 25).

Термин «кислотный дождь» впервые ввел английский химик Роберт Ангус Смит в 1882 г. в своей книге «Воздух и дождь: начало химической климатологии».

Впервые кислотные дожди были отмечены в Скандинавии. Потом они появились на северо-востоке США. Сейчас эта проблема существует во всем индустриальном мире. Рыба исчезла из многих озер. Поверхность каменных и бетонных домов, мраморных статуй разъедена. Сельскохозяйственные культуры замедляются в росте, а леса умирают. Оксиды серы и азота, выбрасываемые электростан-

циями, заводами и автомобилями, образуют кислоты, понижающие рН дождевой воды до 4–4,5 в ходе основных реакций:



Иногда уровень этих газов в воздухе повышается так, что рН воды достигает 3 (для сравнения: рН 4–4,5 – кислотность апельсинового сока, рН 3 – виноградного сока). Кислота разрушает известняк, мрамор, бетон:



Растворимость сульфата кальция выше, чем карбоната. Поэтому разрушаются каменные строения, статуи и монументы, например греческий Парфенон, веками простоявший без повреждений, сейчас разрушается под действием кислотных дождей. Сульфат-анионы рассеиваются в воздухе и, попадая в легкие, вызывают респираторные заболевания.

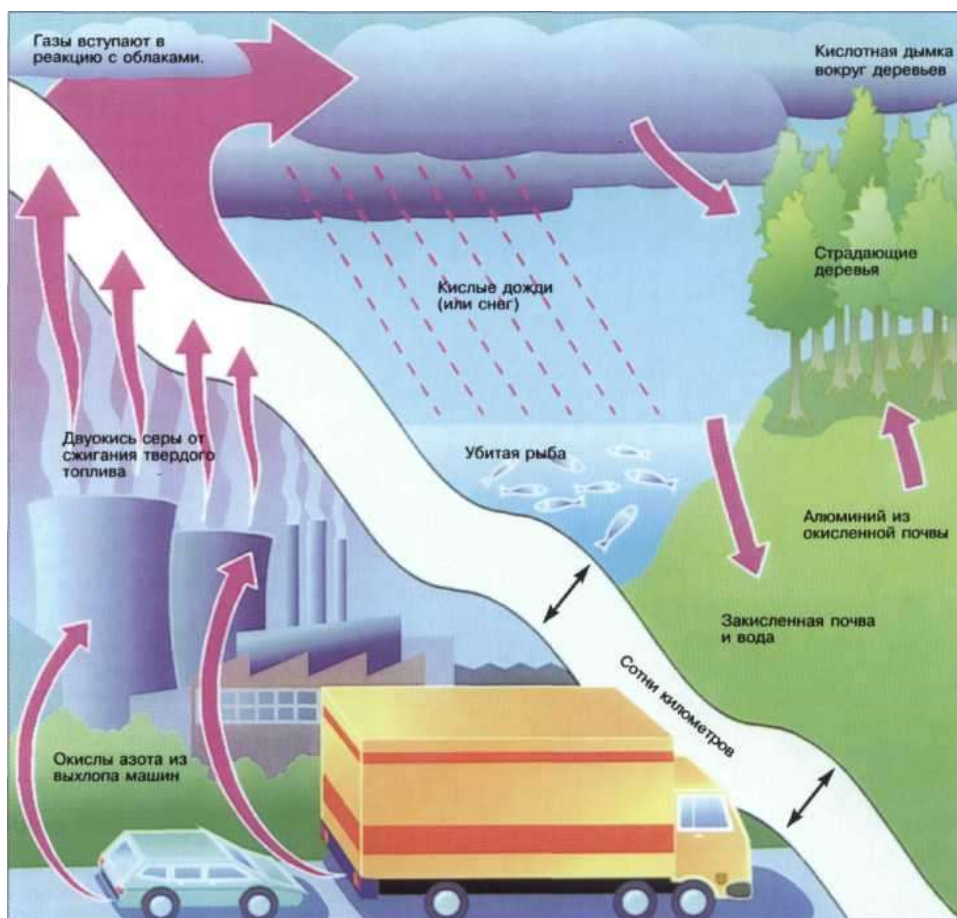


Рисунок 25 – Схема возможных направлений влияния кислотных осадков на окружающую среду

В водоемах, где вода сильно закислена, рыба погибает вследствие непрямого влияния понижения рН на организм.

Уменьшение рН среды по разному влияет на жизнеспособность различных организмов. При значении рН = 6 гибнут ракообразные, улитки, моллюски, при рН < 5,8–5,9 – лосось, форель, плотва, а также некоторые восприимчивые к кислотному загрязнению насекомые, фито- и зоопланктон. При рН = 5,7 и ниже гибнут сиг и хариус. Окунь и щука выдерживают подкисление водоемов до рН = 5,1, а угорь и голец – до рН = 4,6–4,7. Из приведенных примеров видно, как по-разному влияет кислотность на виды рыб, лишь немногие выживают при рН < 4,5, при этом важно отметить, что даже при вымирании самых чувствительных видов наступает нарушение водных экосистем. При рН > 4,5 бурно развиваются кислотолюбивые мхи, грибы и нитчатые водоросли, а также белый мох сфагнум (в обычных условиях – обитатель суши), водоем начинает заболачиваться. При таком понижении рН в озерах вымирают микроорганизмы, развиваются анаэробные (бескислородные) процессы с выделением метана и сероводорода [Шилов И.А., 1997].

Кислотные осадки оказывают на рыб не только прямое воздействие, но и косвенное – за счет вымывания алюминия и тяжелых металлов из почвы и донных отложений. Поначалу водоемы нейтрализуют избыточную кислоту различными природными карбонатами, содержащимися в осадочных породах. Но если кислоты много, резерв карбонатов в воде быстро расходуется и начинают растворяться оксиды алюминия, также содержащиеся в породах. При рН водоема, равной 4, концентрация ионов Al^{3+} (как и тяжелых металлов) возрастает в тысячи раз. Эти ионы смертельно опасны для рыб. В жабрах, как и в ротовой полости человека, рН слабощелочная (8–8,5). Если же в такой раствор попадают ионы алюминия, то осаждаются нерастворимый гидроксид алюминия, который забивает жаберные щели, и рыба задыхается.

В процессе образования кислотных дождей многое остается неясным, например механизм превращения диоксида серы в триоксид. Кислород, растворенный в воде, окисляет диоксид серы очень медленно. Возможно, реакция ускоряется солнечным светом или такими катализаторами, как железо, марганец или ванадий в частичках сажи.

Назовем еще одно косвенное воздействие кислотных дождей на организм человека. Если повышается кислотность воды водохранилищ, откуда ведется водозабор для городской водопроводной сети, то

в подаваемой воде могут растворяться токсичные металлы самих водопроводных труб и пробок. Таким образом, например, в питьевую воду может поступать свинец, который раньше использовали при строительстве водопроводных систем. С такой водой токсичные металлы могут попадать в организм человека. Не менее важно и то, что деградирующие леса, гибнущие озера, разрушающиеся памятники культуры – это большие эстетические потери для человечества, а также фактор негативного воздействия на эмоционально-психологическое состояние людей.

Цель работы: освоить метод моделирования ситуации, складывающейся при выпадении кислотного дождя; исследовать действие кислотного дождя на растительные и животные организмы, а также образцы строительных материалов (мрамор, гипс).

Оборудование, реактивы, материалы: стеклянная емкость (0,5 л) с крышкой; разбрызгиватель для воды; ложечка для сжигания; сера; спиртовка; микроскоп; предметные и покровные стекла; пипетки; образцы биоты (микроорганизмы – эвглены, коловратки, инфузории; личинки насекомых – коретры, трубочники; моллюски; водоросли; высшие растения; кусочек кожуры яблока; еловая веточка; распутившиеся почки тополя; несколько волосков); абиотические объекты (кусочек мрамора, гипса); чашки Петри.

Ход работы

1. В чашки Петри поместите биотические и абиотические образцы.
2. Заполните наполовину ложечку для сжигания серой. Под тягой зажгите серу в пламени спиртовки, быстро внесите ложечку в банку и закройте большую часть отверстия стеклянной пластинкой. Когда дым заполнит банку, выньте ложечку. Погасите пламя серы несколькими каплями воды из-под крана.
3. Поставьте банку отверстием вниз на чашку Петри с образцом биоты. Понаблюдайте за происходящими изменениями. С помощью разбрызгивателя добавьте в банку несколько миллилитров дистиллированной воды. Быстро введите лакмусовую бумажку и отметьте изменение pH. Проследите за изменениями в образцах биоты, происходящими под действием «кислотного дождя».
4. Проведите наблюдения за микроскопическими объектами. Каплю воды с парameциями, эвгленами и коловратками поместите на предметное стекло под микроскоп. Рассмотрите микроорганизмы, за-

пишите наблюдения. Затем добавьте три капли воды из банки на стекло – точно в каплю с культурой. Наблюдайте за поведением организмов. Запишите наблюдения. Аналогичным образом проведите наблюдения над изменениями в неживых образцах.

Задание:

Запишите выводы по всем исследованным объектам о действии кислотных дождей на живые и неживые объекты. Укажите наиболее чувствительный объект (экологический маркер) из числа использованных в работе.

Ответьте письменно на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Анализируя рисунок 26:

- внесите в рисунок недостающие компоненты;
- ответьте на вопросы:

1) Как отразится на биоценозе водоема воздействие кислотных дождей (образовавшихся с участием SO_2), выпавших в почву?

2) Кислотность каких осадков выше: дождя или тумана, – и почему?

3) Какие почвы способны нейтрализовать кислотные осадки?

4) Какие мероприятия можно предложить для защиты биосферы от кислотных осадков?

5) Какое воздействие кислая вода оказывает на обитателей водных экосистем?

6) Каков химизм воздействия кислотных осадков на карбонатные строительные материалы?

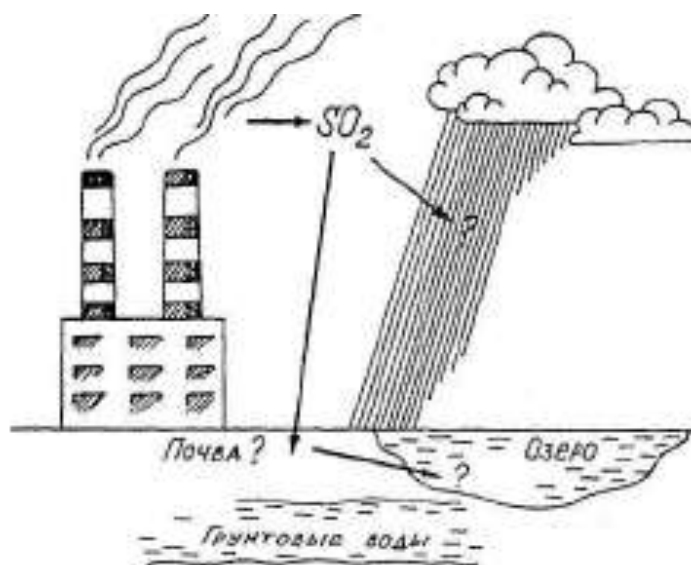


Рисунок 26 – Кислотные осадки

Задачи:

1. Рассчитайте концентрацию ионов H^+ в пробах дождевой воды, взятых для исследования в 2015 г. в различных промышленных зонах города Красноярска: а) завод «Красфарма» – рН 5; б) ОАО «Красноярский цементный завод» – рН 8. Во сколько раз концентрация ионов водорода в первой пробе больше (или меньше), чем во второй? Какой раствор является кислым?

2. Концентрация ионов H^+ в пробе воды, полученной при таянии снега, собранного около крупной автомагистрали, составила 10^{-6} моль/л, а в другой пробе, собранной около цементного завода, – 10^{-9} моль/л. Рассчитайте рН обеих проб снега и сделайте вывод, можно ли их отнести к кислотным осадкам.

3. Рассчитайте, сколько извести (кг) потребуется для нейтрализации 15 кг SO_2 , содержащегося в отходящих газах, если очистку проводить известковым методом в скруббере. Предотвращает ли это образование серно-кислотных дождей?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО РАЗДЕЛУ

3

Задание № 1. Назовите категории и цели особо охраняемых природных территорий РФ.

Задание № 2. Дайте определение понятиям «животный и растительный мир».

Животный мир – _____

Растительный мир – _____

Задание № 3. Назовите вымерших по вине человека представителей животного мира.

Задание № 4. Назовите вымерших представителей растительного мира.

Задание № 5. Перечислите меры охраны животного и растительного мира.

Задание № 6. Назовите представителей редких и исчезающих животных, растений, обитающих на территории Красноярского края.

Задание № 7. Дайте определение понятию «система управления окружающей средой».

Задание № 8. Дайте определение понятию «экологический мониторинг», назовите его цель и задачи.

Задание № 9. Дайте определения понятиям «экологическая экс-

пертиза», «экологический контроль».

Экологическая экспертиза – _____

Экологический контроль – _____

Задание № 10. Укажите, какие виды экологического управления можно применить в деятельности пищевых предприятий.

Задание № 11. Назовите факторы окружающей среды, негативно влияющие на здоровье человека, приведите примеры.

Химические факторы – _____

Физические факторы – _____

Социально-экономические факторы – _____

Социально-психологические факторы – _____

Техногенные факторы – _____

Урбанизация – _____

Задание № 12. Назовите заболевания человека, свидетельствующие о негативной экологической обстановке в окружающей среде.

Задание № 13. Дайте оценку качеству среды в вашей квартире, отметив источники положительного и негативного воздействия на организм человека.

Задание № 14. Заполните таблицу 74 и укажите влияние на здоровье человека наиболее опасных загрязнителей, приведите примеры источников и путей поступления загрязнителей в сырье и пищевую продукцию.

Таблица 74 – Загрязнители окружающей среды, сырья и пищевой продукции

№	Загрязнитель	Влияние на здоровье человека	Источник поступления в окружающую среду	Пути поступления в сырье и готовую продукцию
1	2	3	4	5
1	Ртуть (Hg), органические соединения ртути			
2	Кадмий (Cd)			
3	Свинец (Pb)			
4	Пестициды			
5	Нитраты			
6	Нитриты			
7	Диоксины			
8	Радионуклиды			

1	2	3	4	5
9	Антибиотики и другие вещества, используемые в ветеринарии			
10	Бензо(а)пирен			
11	ПАУ (Полициклические ароматические углеводороды)			
12	Пищевые добавки			
13	Меламин			
14	Пластификаторы			
15	Бактериальные токсины и микотоксины			

Задание № 15. *Опираясь на данные таблицы 74, укажите, какие загрязнители вызывают риски снижения экологической безопасности пищевой продукции на разных стадиях производства (рис. 27)*

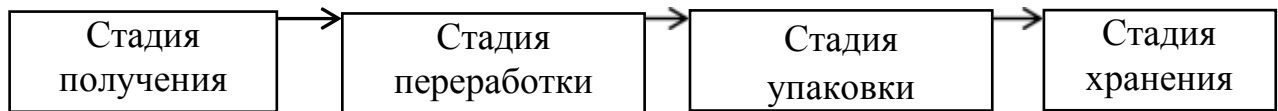


Рисунок 27 – Стадии производства готовой продукции

Загрязнители на стадии получения сырья: _____

Загрязнители на стадии переработки сырья: _____

Загрязнители на стадии упаковки готовой продукции: _____

Загрязнители на стадии хранения: _____

Задание № 16. *Дайте определение понятию «экологическое право».*

Задание № 17. *Укажите роль экологического права в охране окружающей среды.*

Задание № 18. *Приведите пример федеральных законов, применяемых для охраны окружающей среды при осуществлении сельскохозяйственной деятельности.*

Задание № 19. *Укажите виды профессиональной ответственности за нарушение требований в области охраны окружающей среды к осуществлению деятельности пищевых производств.*

Задание № 20. *Назовите основные экономические рычаги в ор-*

ганизации охраны окружающей среды.

Задание № 21. Укажите, за виды негативного воздействия на окружающую среду взимается плата, согласно № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»?

Задание № 22. Приведите пример экономических механизмов при выдаче лицензии на природопользование или заключении договоров природопользования.

Лицензия на природопользование – _____

Пример: _____

Договор природопользования – _____

Пример: _____

Задание № 23. Напишите, как рассчитывается сумма возмещения ущерба, причиненного экологическим правонарушением.

Задание № 24. Предложите экономическое решение экологической проблемы (на выбор).

Задание № 25. Охарактеризуйте роль в охране окружающей среды конференций ООН 1972 и 1992 гг., посвященных экологическим проблемам.

Задание № 26. Разъясните суть концепции устойчивого развития.

Задание № 27. Опишите меры, предпринятые мировым сообществом для борьбы с разрушением озонового слоя.

Задание № 28. Опишите меры, предпринятые мировым сообществом для борьбы с изменением климата.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОЛЛОКВИУМА

1. Какие вы знаете особо охраняемые территории?
2. Какие вымершие животные и растения вы знаете? Каковы причины их исчезновения?
3. Какие меры охраны животного и растительного мира вы знаете?
4. Какие виды управления качеством окружающей среды вы знаете?
5. Каковы цель и задачи экологического мониторинга?
6. Какой вид управления качеством окружающей среды считается наиболее действенным для предупреждения возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности?
7. Как качество жизни влияет на здоровье человека?
8. Какие заболевания человека служат индикатором качества окружающей среды?
9. Назовите заболевания людей, связанные с профессиональной деятельностью человека.
10. Как влияет химическое загрязнение агроценозов на здоровье человека?
11. Какие заболевания характерны для урбанистической среды?
12. Какова роль социальной среды в формировании здоровья человека?
13. Какие экологические риски снижения экологической безопасности продукции возникают при ее производстве?
14. Какова роль экологического права в осуществлении охраны окружающей среды?
15. Какие законы в области охраны окружающей среды вы знаете?
16. Какие устанавливаются виды ответственности за нарушения требований в области охраны окружающей среды?
17. Какие механизмы экономики природопользования вы знаете?
18. За какие воздействия на окружающую среду взимается плата?
19. В каких видах природопользования используется лицензия?
20. В каких видах природопользования используется договор?
21. Что такое «упущенная выгода»?
22. Что такое «экологическое страхование»?
23. Какие формы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды вы знаете?
24. В чем заключается суть концепции устойчивого развития?
25. Какие международные действия посвящены борьбе с разрушением озонового слоя биосферы?
26. Какие международные действия посвящены борьбе с изме-

нением климата?

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Экологический фактор. Классификация экологических факторов. Значение основных абиотических факторов для живых организмов.

2. Общие закономерности влияния экологических факторов на организм. Правило оптимума. Закон толерантности.

3. Лимитирующий фактор. Закон лимитирующего фактора. Лимитирующие факторы наземно-воздушной и водной сред.

4. Характеристика основных природных экосистем.

5. Популяция: критерии и основные характеристики.

6. Популяция: пространственная, половозрастная и генетическая структуры.

7. Популяция: закономерности динамики численности популяции. Механизмы регуляции численности популяции.

8. Популяция: виды экологической стратегии выживания, типы роста популяций.

9. Биотические факторы. Внутри- и межвидовые взаимоотношения. Значение взаимоотношений для регуляции численности популяции.

10. Экологические системы: понятие, свойства, уровни, трофическая структура.

11. Экологические системы: энергетика, биологическая продуктивность, первичная и вторичная продукция. Валовая и чистая продукция.

12. Учение о биосфере. Состав и структура биосферы. Функции живого вещества. Границы биосферы.

13. Круговороты веществ: большой и малый. Обменный и резервный фонды круговоротов. Биогеохимические циклы углерода, кислорода и азота.

14. Антропогенные факторы. Виды влияния человека на природную среду.

15. Понятие о загрязнении. Источники и виды загрязнений.

16. Наиболее опасные загрязнения и их глобальные экологические последствия для атмосферы и гидросферы.

17. Причины и последствия загрязнения гидросферы и литосферы.

18. Природные ресурсы. Классификация. Современное состояние ресурсов биосферы. Принципы рационального природопользования.

19. Понятия о качестве окружающей среды и благоприятной окружающей среде. Принципы нормирования качества окружающей среды. Классификация основных нормативов качества среды.

20. Санитарно-гигиенические нормативы: виды и порядок установления.

21. Производственно-хозяйственные нормативы: виды и порядок установления.

22. Комплексные нормативы: виды и порядок установления.

23. Экология человека. Биосоциальная природа человека: эволюционные особенности вида, типы адаптаций, наследственность, влияние искусственной среды на эволюцию человека, особенности роста популяций человека.

24. Понятие об охране окружающей среды. Основные принципы и направления охраны окружающей среды.

25. Понятие о рациональном и нерациональном природопользовании.

26. Хранение и утилизация отходов.

27. Особо охраняемые природные территории. Международное сотрудничество в области природопользования.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Агроценоз – созданный с целью получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемый человеком биогеоценоз (поле, пастбище, огород, сад, защитное лесное насаждение и т. д.). Без поддержки человека агроэкосистемы быстро распадаются, возвращаясь к естественному состоянию.

Адаптации биохимические – способность организмов приспосабливать, т. е. менять, свой метаболизм (обмен веществ) к изменениям условий среды.

Адаптации морфологические – проявляются в преимуществах строения, покровительственной окраске, предостерегающей окраске, мимикрии.

Адаптации поведенческие – это выработанные в процессе эволюции особенности поведения, позволяющие приспособиться и выжить в определенных условиях среды. Одной из разновидностей поведенческих адаптаций является предупредительное поведение (миграции, спячка, сезонное оцепенение).

Адаптации физиологические – совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды – гомеостаза.

Адаптация (от лат. *adaptatio* – приспособление) – процесс приспособления организма, популяции или сообщества к определенным условиям внешней среды; соответствие между условиями окружающей среды и способностью организмов процветать в ней.

Аллелопатия (от др.-греч. *allelon* – взаимно и *pathos* – страдание) – свойство одних организмов (микроорганизмов, грибов, растений, животных) выделять химические соединения, которые тормозят или подавляют развитие других. Также иногда под аллелопатией понимают как отрицательные, так и положительные взаимодействия между растениями в фитоценозах.

Аменсализм (от греч. *a* – отрицательная частица и лат. – *mensa* – стол, трапеза) – форма взаимодействия между популяциями, при котором одна из них подавляет другую без извлечения пользы для себя и без обратного отрицательного воздействия со стороны подавляемой.

Антибиоз (др.-греч. *ἀντι-* – против, *βίος* – жизнь) – антагонистиче-

ские отношения видов, когда один организм ограничивает возможности другого, невозможность сосуществования организмов. Различают: конкуренция, аменсализм, аллелопатия.

Антропогенная среда – среда обитания, преобразованная человеком и человеческой деятельностью.

Антропогенный ландшафт – природный ландшафт, преобразованный хозяйственной и иной деятельностью человека.

Артеприродная среда – искусственное окружение людей, состоящее из чисто технических (здания, сооружения, асфальт дорог, искусственное освещение и т. д.) и природных (воздух, естественное освещение и т. д.) элементов).

Атмосфера (от греч. *atmos* – пар и *sphaira* – шар) – газовая оболочка, окружающая Землю.

Аутэкология (от англ. – *out* – вне и экология) – раздел экологии, рассматривающий взаимоотношения отдельного организма (вида) с окружающей средой.

Биогены (от греч. *βίος* – жизнь и *gennēin* – производить) – вещества (в том числе химические элементы), необходимые для существования живых организмов; вещества, синтезируемые («порождаемые») организмами в ходе жизнедеятельности. Например: фитонциды – вещества, возникшие в результате разложения остатков организмов, но еще не полностью минерализованные.

Биогеографическая область – крупное по площади флористико-фаунистическое подразделение земного шара, выделяемое главным образом по общности историко-эволюционного развития фауны и флоры.

Биогеоценоз (от греч. *βίος* – жизнь, *ge* – Земля и *ценоз* – общий) – однородный участок земной поверхности с определенным составом живых (БИОЦЕНОЗ) и косных (приземный слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов (БИОТОП), объединенных обменом вещества и энергии в единый природный комплекс. Понятие введено В.Н. Сукачевым (1940).

Биокосное вещество – вещество, создаваемое одновременно живыми организмами и косными процессами и являющееся закономерной структурой, состоящей из живого и косного вещества.

Биологическая структура популяций – характеризуется половой и возрастной структурой.

Биологические часы – способность живых организмов ориентироваться во времени, в основе которой лежит строгая периодич-

ность протекающих в клетках физико-химических процессов.

Биом (от англ. *biome*, греч. *βίος* – жизнь и лат. – *ома* – окончание, означающее совокупность) – крупное региональное или субконтинентальное подразделение биосферы, характеризующееся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта.

Биоресурсная и промысловая экология – раздел экологии, изучающий условия, при которых эксплуатация биологических ресурсов природных экосистем (лесов, континентальных водоемов, морей, океана) не приводит к их истощению и нарушению, утрате видов, уменьшению биологического разнообразия.

В задачи этой дисциплины входит также разработка методов восстановления и обогащения биоресурсов, научное обоснование интродукции и акклиматизации растений и животных, создания заповедников.

Биоритмы – закономерные периодические изменения физиологии или поведения организмов при смене времени суток, сезонов года, приливов и отливов, лунных фаз.

Биосистема – система, состоящая из однотипного живого вещества: макромолекулы, клеточные структуры, сами клетки, ткани, органы, их системы, индивид, особь.

Биосфера (от греч. *βίος* – жизнь и *sphaira* – шар) (Зюсс, 1875; Вернадский, 1926) – одна из земных оболочек (геосфер), в которой благодаря живым организмам преобразуется солнечная энергия, совершаются биогеохимические превращения веществ и преобладают вещества биогенного происхождения.

Биосфера – это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Биосферология (глобальная экология) (от биосфера и ...логия) – наука, изучающая возникновение, эволюцию, структуру и механизмы функционирования биосферы; учение о биосфере. В основу биосферологии легли биосферные постулаты В.И. Вернадского.

Биотический потенциал (максимальная рождаемость) – это рождаемость, которая достигается в идеальных условиях, когда отсутствуют лимитирующие экологические факторы и размножение ограничено лишь физиологическими особенностями вида.

Биотоп (от греч. *βίος* – жизнь и *τόπος* – место) – пространство с более или менее однородными условиями рельефа, климата и других абиотических факторов, занятое определенным биоценозом. Термин ввел

Эрнст Геккель в 1866 г.

Биоценоз (от греч. *βίος* – жизнь и *κοινός* – общий) – совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих однородный участок суши или водоема и характеризующихся определенными взаимоотношениями. Термин введен Карлом Мебиусом в 1877 г.

Биоценотические принципы Тинемана (закон отношения между числом особей и числом видов):

- чем разнообразнее условия существования в пределах биотопа, тем больше число видов;
- чем больше отклоняются от оптимума условия существования, тем беднее видами становится биоценоз и тем больше особей будет иметь каждый вид.

Следовательно, число особей и число видов обратно пропорциональны.

Биоэкология – дисциплина, изучающая отношение организмов (особей, популяций, биоценозов) между собой и окружающей средой.

Валовая первичная продуктивность (валовой фотосинтез) – биомасса, производимая экосистемой на единицу площади за единицу времени, г/м²/год.

Видовое богатство биоценоза – это общий набор видов сообщества, который выражается списками представителей разных групп организмов.

Видовое разнообразие биоценоза – это показатель, отражающий не только качественный состав биоценоза, но и количественные взаимоотношения видов.

Внутривидовая конкуренция (от лат. *concurro* – сбегаюсь, сталкиваюсь) – взаимоотношения между организмами одного и того же вида, соревнующимися за одни и те же ресурсы окружающей среды при недостатке последних.

Вторичная продуктивность – биомасса, а также энергия и биогенные летучие вещества, производимые всеми консументами на единицу площади за единицу времени.

Вторичная сукцессия – это восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории.

Второй закон аутэкологии – индивидуальность экологии видов – каждый вид по каждому экологическому фактору распределен по-своему, кривые распределений разных видов перекрываются, но их оптимумы различаются.

Газовая функция живого вещества – функция живого вещества, заключающаяся в том, что метаболизм организмов, их дыхание и обмен с внешней средой охватывают обширную совокупность разнообразных газовых реакций, ведущих к поглощению и выделению O₂, CO₂, пароводяной воды и др. (кислородно-углекислотная функция, азотная функция, сероводородная функция).

Гелиофиты (от др.-греч. *ἥλιος* (*helios*) – солнце и *φυτόν* (*phyton*) – растение) – светолюбивые растения, у которых процесс фотосинтеза начинает преобладать над процессом дыхания только при высокой интенсивности освещения, растения открытых, постоянно хорошо освещаемых мест.

Гелиофиты факультативные – теневыносливые растения, могут переносить большее или меньшее затенение, но хорошо растут и на свету; они легче других растений перестраиваются под влиянием изменяющихся условий освещения.

Географическая популяция – группа особей одного вида, населяющих пространство с географически однородными условиями существования, в пределах которого наблюдается единый ритм жизненных явлений и другие функциональные особенности, создающие морфологический тип, отличающий данную географическую популяцию от находящихся в иных географических условиях.

Геоэкология – экология ландшафтов.

Гетеротипические реакции – взаимодействие между особями разных видов.

Гидатофиты (от греч. *hydor*, родительный падеж *hydatos* – вода и *phyton* – растение) – водные растения, целиком или большей своей частью погруженные в воду.

Гидросфера (от гидро... и греч. *sphaira* – шар) – прерывистая водная оболочка Земли.

Гидрофиты (от греч. *hydor*, родительный падеж *hydatos* – вода и *phyton* – растение) – водные растения, прикрепленные к почве и погруженные в воду только нижними своими частями.

Гомеостаз популяций – это поддержание определенной плотности популяции.

Гомеостаз экосистем – состояние внутреннего динамического равновесия природной системы, поддерживаемое регулярным возобновлением основных ее структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляцией ее компонентов.

Гомойотермные животные (от греч. *homoios* – различный, переменчивый и *therme* – тепло) – организм, температура тела которого меняется в широких пределах в зависимости от температуры внешней среды.

Гомотопические реакции – взаимодействие между особями одного вида.

Групповой эффект – все положительные изменения, происходящие с особями одного вида, связанные с объединением их в группы по две и более особей.

Деградационная (гетеротрофная) сукцессия – сукцессия, при которой виды, последовательно сменяя друг друга, используют какой-либо ограниченный ресурс.

Демэкология (от греч. *demos* – народ и экология) – экология популяций, экология популяционная – раздел общей экологии, изучающий структурные и функциональные характеристики, динамику численности популяций, внутрипопуляционные группировки и их взаимоотношения, выясняющий условия, при которых формируются популяции, и др.

Деструктивная функция живого вещества:

1) разложение отмершей органики до простых неорганических соединений;

2) химическое разложение горных пород (вовлечение образовавшихся минералов в биотический круговорот определяет деструктивную (разрушительную) функцию живого вещества).

Детритные, или цепи разложения – пищевые цепи, которые начинаются с отмерших растений, трупов или помета животных и идут к мелким животным и микроорганизмам.

Дигрессия (от лат. *digressio* – уклонение, отступление) – ухудшение состояния экосистем под воздействием факторов среды или человеческой деятельности. Конечная фаза дигрессии – катаценоз, т. е. разрушение и исчезновение данной экосистемы.

Динамика популяций – изменение численности, полового или возрастного состава популяции в результате действия абиотических (не зависящих от численности и плотности самой популяции) и биотических (зависящих от численности и плотности популяции) факторов.

Динамичность экосистемы – развитие биогеоценоза во времени, изменение его видовой структуры и протекающих в нем процессов в результате: внутренних воздействий – например отмирание или

вытеснение одних видов другими; внешних воздействий – например климатических факторов, вырубка леса; влияние катастроф, например урагана, пожара.

Доминанты – виды, преобладающие по численности в сообществе.

Естественная экологическая система – это экосистема, созданная природой, объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией: функционирующие все вместе элементы образуют устойчивую целостность системы (экологическое равновесие).

Живое вещество – совокупность тел живых организмов, населяющих Землю вне зависимости от их систематической принадлежности.

Закон (закономерность) растущего плодородия – урожайности – агротехнические и другие прогрессивные приемы ведения сельского хозяйства, появляющиеся в практике земледелия, ведут к увеличению урожайности полей.

Закон «все или ничего» – подпороговые раздражения не вызывают ответной реакции («ничего»), а пороговые стимулы или суммирование подпороговых воздействий создают условия для формирования максимального ответа («все»), или в общесистемном смысле – слабые воздействия могут не вызвать у природной системы ответных реакций до тех пор, пока, накопившись, они не приведут к развитию бурного динамического процесса.

Закон биогенной миграции атомов – миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же она протекает в среде, геохимические особенности которой (O_2 , CO_2 , H_2 и др.) обусловлены живым веществом.

Закон вектора развития – развитие однонаправленно (нельзя прожить жизнь наоборот – от смерти к рождению, от старости к юности, нельзя повернуть эволюцию планеты вспять, невозможно в том же направлении развернуть жизни на ней).

Закон внутреннего динамического равновесия – вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, сохраняю-

щие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархиях.

Закон константности количества живого вещества В.И. Вернадского – количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа.

Закон минимума Либиха, закон дырявой бочки – выносливость организмов определяется самым слабым звеном в цепи его экологических последствий.

Закон нарушения средних величин системы «хищник – жертва» – при уничтожении популяций обоих видов пропорционально их численности, средняя численность популяции жертвы растет, а популяции хищников падает.

Закон незаменимости фундаментальных факторов – полное отсутствие в среде фундаментальных экологических (физиологических) факторов (света, воды, биогенов и т. п.) не может быть заменено другими факторами.

Закон ноосферы В.И. Вернадского – неизбежность трансформации биосферы под влиянием мысли и человеческого труда в ноосферу – геосферу, в которой разум становится доминирующим в развитии системы человек – природа.

Закон ограничивающих факторов (третий закон аутэкологии) – согласно которому факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное значение, особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях, несмотря на оптимальное сочетание остальных условий.

Закон однонаправленности потока энергии – энергия, получаемая сообществом (экосистемой) и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой необратимо передается консументам первого, второго и так далее порядков, а затем редуцентам с падением потока на каждом из трофических уровней в результате процессов, сопровождающих дыхание.

Закон периодического цикла системы «хищник – жертва» – процесс уничтожения жертвы хищником нередко приводит к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов.

Закон пирамиды энергии (Р. Линдемана), или правило 10 %, – с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10 % энергии.

Закон поверхности тела Рубнера – интенсивность обмена энергии у теплокровных животных прямо пропорциональна площади поверхности тела.

Закон последовательности прохождения фаз развития – фазы развития природной системы могут следовать лишь в эволюционно и функционально закреплённом (исторически, эволюционно, геохимически и физиолого-биохимически обусловленном) порядке, обычно от относительно простого к сложному, как правило, без выпадения промежуточных этапов, но, возможно, с очень быстрым их прохождением или эволюционно закреплённым отсутствием.

Закон преломления космических воздействий – космические факторы, оказывая воздействие на биосферу и особенно ее подразделения, подвергаются изменению со стороны экосферы планеты и потому по силе и времени проявления могут быть ослаблены и сдвинуты или даже полностью утратить свой эффект.

Закон снижения природоемкости готовой продукции – удельное содержание природного вещества в усредненной единице общественного продукта исторически неуклонно снижается.

Закон снижения энергетической эффективности природопользования – с ходом исторического времени при получении из природных систем полезной продукции на ее единицу в среднем затрачивается все больше энергии.

Закон сохранения средних величин системы «хищник – жертва» – средняя численность популяции для каждого вида постоянна.

Закон сукцессионного замедления – процессы, идущие в зрелых равновесных системах, находящихся в устойчивом состоянии, как правило, проявляют тенденцию к замедлению.

Закон толерантности Шелфорда – существование вида ограничивается лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме.

Закон фазовых реакций («польза – вред») – малые концентрации токсиканта действуют на организм в направлении усиления его функций (их стимулирования), тогда как более высокие концентрации угнетают или даже приводят его к смерти.

Законы экологии Коммонера. Первый закон. Все связано со всем. Это закон об экосистемах и биосфере, обращающий внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе. Он призван предостеречь человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям (например

осушение болот приводит к обмелению рек).

Второй закон. Все должно куда-то деваться. Это закон о хозяйственной деятельности человека, отходы от которых неизбежны, и потому необходимо думать как об уменьшении их количества, так и о последующем их использовании.

Третий закон. Природа «знает» лучше. Это закон разумного, сознательного природопользования. Нельзя забывать, что человек – тоже биологический вид, что он – часть природы, а не ее властелин. Это означает, что нельзя пытаться покорить природу, а нужно сотрудничать с ней. Пока мы не имеем полной информации о механизмах и функциях природы, а без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее «улучшения».

Четвертый закон. Ничто не дается даром. Это закон рационального природопользования. «...Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения». Платить нужно энергией за дополнительную очистку отходов, удобрением – за повышение урожая, санаториями и лекарствами – за ухудшение здоровья человека и т. д.

Зоохория (греч. *zoon* – животное, *choreo* – двигаться) – животные способствуют растениям в распространении семян и плодов на шерсти (эктозоохория) и при поедании (эндозоохории). Разновидность комменсализма.

Зооценоз (от греч. *zoon* – животное, живое существо, *koinos* – общий) – часть биоценоза, совокупность животных, характеризующаяся определенным составом и сложившимися взаимоотношениями между собой и окружающей их средой.

Зрение – физиологический процесс восприятия величины, формы и цвета предметов, а также их взаимного расположения и расстояния между ними; источником зрительного восприятия является свет, излучаемый или отражаемый от предметов внешнего мира. Различают панорамное и бинокрулярное зрение.

Инженерная экология – комплексная научная дисциплина, изучающая взаимодействие промышленного производства с окружающей природной средой и обеспечивающая создание и рациональное функционирование природно-промышленных систем различного ранга; раздел экологии, рассматривающий воздействие инженерных сооружений на природу, а также влияние состояния природной среды на функционирование этих сооружений.

Информационная функция живого вещества – накопление, сохранение и передача молекулярной информации (генетический код, вещества-регуляторы) и сигнальной (в том числе нервной и интеллектуальной) информации, необходимой для существования видов и поддержания равновесия в экосистемах.

Искусственная экологическая система – это экосистема, созданная человеком.

Квазиприродная среда – преобразованные человеком (культурные) природные ландшафты и созданные им агроценозы, в том числе садово-паркового типа. Квазиприродная среда не способна к самоподдержанию.

Квартиранство – разновидность комменсализма, когда один организм использует другой (или его жилище) в качестве места проживания, не причиняя последнему вреда.

Климаксовое растительное сообщество (Климакс) (от греч. *klimax* – лестница) – конечная (кульминационная) стадия достижимого развития (сукцессии) экосистемы в условиях данной области. Термин введен Ф. Клементсом (1916).

Климат (от греч. *klima* – наклон (земной поверхности к солнечным лучам)) – статистический многолетний режим погоды, одна из основных географических характеристик той или иной местности.

Комменсализм (франц. *commensal* – сотрапезник) – в этом случае один вид сообщества; комменсал извлекает пользу от сожительства – хозяин не имеет никакой выгоды. Различают квартиранство, сотрапезничество, нахлебничество, зоохорию.

Консорция – это совокупность популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах одного биоценоза трофически или топически связана с центральным видом – автотрофным растением.

Консументы (от лат. *konsumo* – потребляю) – гетеротрофные организмы, не способные строить свои организмы из неорганических веществ и нуждающиеся в готовой органической пище: животные от мельчайших, примитивных до самых совершенных, включая человека; растения, паразитирующие на других растениях, растения-хищники. Роль консументов-животных в сообществах определяется их подвижностью и относительно быстрой адаптацией, что способствует распространению жизни на планете.

Консументы I порядка – сапрофиты, растительноядные организмы.

Консументы II, III порядка – хищники, паразиты растительно-ядных организмов, хищников.

Концепция устойчивого развития – была принята на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в июне 1992 г. в г. Рио-де-Жанейро на уровне глав государств и правительств.

Косное вещество – «образуемое процессами, в которых живое вещество не участвует».

Кривые выживания – график, показывающий, как по мере старения снижается численность особей одного возраста в популяции.

Криофилы – виды, предпочитающие холод и специализированные к жизни в этих условиях, обладают повышенной холодоустойчивостью.

Криптобиоз (от греч. *kryptos* – тайный, скрытый и ...биоз) – обезвоживание тканей – способ, используемый некоторыми растениями и животными с целью предотвращения гибели при длительном отсутствии притока энергии. При этом в организме химические процессы (распад и синтез) приближаются к нулевому уровню.

Ксерофиты (от др.-греч. *ξερός* – сухой и *φυτό* – растение) – растения сухих местообитаний, способные переносить продолжительную засуху («засухоустойчивые»).

Культурная среда – 1) среда исторически конкретного уровня развития общества, творческих сил и способностей людей, определяемая типами и формами организации жизни и деятельности людей, а также создаваемыми ими материальными и духовными ценностями. Включает также материальные и духовные ценности, созданные предыдущими поколениями людей; 2) среда материально-духовной сферы жизни людей, включающая в себя предметные результаты деятельности человека (машины, сооружения, произведения искусства и др.), веками сложившиеся национальные и этнические особенности, а также человеческие силы и способности, реализуемые в деятельности людей (знания, умения, навыки, уровень интеллекта, нравственного и эстетического развития, мировоззрение, способы и формы общения с другими людьми, нормы морали и права, отношение к природе и т. п.).

Ландшафт (от нем. *Land* – земля, *schaft* – суффикс, выражающий взаимосвязь, взаимозависимость) – природный территориальный комплекс, состоящий из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов, а также комплексов более низкого таксономического ранга.

Литосфера (от греч. *litos* – камень и *sphaira* – шар) – верхняя твердая оболочка Земли, ограниченная сверху атмо- и гидросферой, а снизу – астеносферой.

Макроэкосистема – экосистема больших размеров или объединение нескольких экосистем.

Массовый эффект – эффекты, связанные с перенаселением. Массовый эффект влечет за собой, как правило, вредные для животных последствия.

Медицинская экология – экологическое направление, развивающееся одновременно в различных областях медико-биологической науки и занимающееся разработкой вопросов морфо-физиологической и генетической форм адаптации человека к природно-антропогенной среде.

Мезофиты (от др.-греч. *μέσος* (*mésos*) – средний и *φυτό* (*phyton*) – растение) – наземные растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы.

Мезоэкосистема – экосистема средней величины (отдельное озеро, пруд, лес, река).

Микробоценоз – совокупность популяций разных видов микроорганизмов, обитающих в определенном биотопе.

Микроэкосистема – экосистема малого размера (труп животного, полуразложившийся ствол дерева и др.). Термин предложил Р. Дажо (1975).

Мимикрия – подражательное сходство некоторых животных, главным образом насекомых, с другими видами, обеспечивающее защиту от врагов. В самом узком смысле мимикрия – это имитация видом, беззащитным перед некоторыми хищниками, внешности вида, избегаемого этими потенциальными врагами из-за несъедобности или наличия особых средств защиты. Строго говоря, это покровительственная окраска, однако налицо явное защитное подражание другим объектам, т. е. в широком смысле мимикрия.

Мозаичность биоценоза – это расчлененность биоценоза в горизонтальном направлении.

Мутуализм (лат. *mutual* – взаимный) – форма симбиоза, при которой оба партнера получают пользу, причем относительно равную; форма совместного сосуществования организмов, когда оба партнера или один из них не могут жить без другого.

Нахлебничество – форма комменсализма, при которой один вид

потребляет остатки пищи другого (например, львы и гиены).

Нейтрализм (лат. *нейтралис* – не принадлежащий ни тому, ни другому) – оба вида независимы и не оказывают друг на друга никакого влияния.

Ноосфера – новая, высшая стадия биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, которое, познавая законы природы и совершенствуя технику, начинает оказывать определяющее влияние на ход процессов в охваченной его воздействием сфере Земли (впоследствии и в околоземном пространстве), глубоко изменяя ее своей деятельностью.

Общая экология – учение о деятельно-техноприродных системах, которые, кроме окружающей среды, включают в себя природные процессы и деятельность человека.

Окислительно-восстановительная функция живого вещества – окисление свободным кислородом органических веществ и восстановление элементов различными организмами.

Окружающая среда – среда обитания и производственной деятельности человечества.

Оптимум (от лат. *optimum* – наилучшее) – это диапазон наиболее благоприятных значений фактора.

Паразитизм (греч. *παράσιτος* – нахлебник) – форма взаимоотношений между организмами, относящимися к разным видам, из которых один (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания и источника пищи, возлагая при этом на хозяина регуляцию своих отношений с внешней средой.

Параклимакс – сообщество, возникающее в результате внешних воздействий на климакс, его разрушения и образования другого устойчивого сообщества на его месте (напр., сообщество постоянно поддерживаемого выпасом пастбища на месте сведенного леса). Термин предложил Р. Туксен (1954).

Пастбищные, или цепи выедания – пищевые цепи, которые начинаются с растений, идут через растительноядных животных к другим потребителям.

Первичная продуктивность экосистемы – органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза.

Первичная сукцессия – процесс развития и смены экосистем на незаселенных ранее участках, начинающихся с их колонизации.

Первый закон аутоэкологии – закон оптимума – по любому экологическому фактору любой организм имеет определенные преде-

лы распространения (пределы толерантности).

Пессимум (от лат. *pessimum*) – наихудшее значение фактора, которое особенно затрудняет (ограничивает) возможность существования вида в данных условиях.

Пирамида биомасс – графическая модель последовательного расположения биомасс популяций естественных экосистем, основанием которой всегда служит первый уровень, т. е. биомасса продуцентов.

Пирамида чисел – графическая модель распределения численности популяций в трофических цепях, основанием которой всегда служит первый уровень, т. е. численность продуцентов, от которого по направлению к уровням консументов (первого, второго, третьего и т. д. порядка) численность популяций уменьшается.

Пирамида энергии – это графическая модель величины потока энергии и (или) продуктивности через последовательные трофические уровни.

Пищевые (трофические) цепи – ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей для следующего.

Пищевые сети – совокупность пищевых связей в экосистеме.

Плотность популяции – число особей (животных, растений, микроорганизмов) в расчете на единицу объема (воды, воздуха или почвы) или поверхности (почвы или дна водоема).

Пойкилотермные животные (от греч. *poikilos* – различный, переменчивый и *thérme* – тепло) – организм, температура тела которого меняется в широких пределах в зависимости от температуры внешней среды.

Поле существования жизни – условия, при которых организм может давать потомство, т. е. увеличивать живую биомассу или действенную энергию планеты.

Полиморфизм популяции – генетическое, цитогенетическое и фенотипическое разнообразие популяции, поддерживаемое естественным отбором. Полиморфизм популяции объясняется способностью вида в целом нормально функционировать, поддерживать гомеостаз в различных, порой резко отличающихся во времени и пространстве экологических условиях. Он свидетельствует об адаптивной изменчивости экологических свойств популяции.

Популяция (от лат. *populus* – народ, население) – совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом, длительно занимающая определенное пространство и воспроизводящая себя в те-

чение большого числа поколений.

Поток энергии в экосистемах – перемещение веществ и транспорт энергии в системе от продуцентов к редуцентам через консументы.

Правило Аллена – у животных, населяющих более холодные участки ареала, выступающие части тела (конечности, хвост, ушные раковины и т. д.) меньше, чем у представителей того же вида (или близких видов) из более теплых местностей (1877 г.).

Правило Бергмана – у животных одного вида или группы близких видов размеры тела больше в холодных частях ареала и меньше в более теплых его частях (1847 г.).

Правило Г. Одума и Р. Пинкертона, или правило максимума энергии поддержания зрелой системы – сукцессия идет в направлении фундаментального сдвига потока энергии в сторону увеличения ее количества, направленного на поддержание системы.

Правило Глогера – у одного и того же вида пигментация выражена больше у особей, обитающих в областях с более теплым и влажным климатом (правило сформулировано К. Глогером в 1833 г.).

Правило максимальной рождаемости – в популяции имеется тенденция к образованию теоретически максимально возможного количества новых особей.

Правило мехового покрова – у млекопитающих холодных климатических зон мех более густой, чем у млекопитающих, живущих в теплых зонах.

Правило обязательного заполнения экологической ниши – экологическая ниша не может быть пустой. Если ниша пустеет в результате вымирания какого-то вида, то она тут же заполняется другим видом.

Правило степени завершенности сукцессии – там, где разнообразие видов недостаточно для формирования биосреды, служащей основой нормального, естественного хода сукцессионного процесса, а сама среда резко нарушена, сукцессия не достигает фазы климакса, а заканчивается узловым сообществом, параклимаксом.

Прикладная экология – раздел экологии, результаты исследования которого направлены на решение практических проблем охраны окружающей среды: защита от загрязнения, научное управление окружающей средой, рациональным использованием природных ресурсов, круговоротом воды и воздуха в природе, продуктивностью сообществ, стабильностью и возможной нагрузкой экосистем и т. д.

Принцип «минимального размера популяции» – популяция не может состоять из меньшего числа индивидов, чем необходимо для

обеспечения стабильности и устойчивости популяции.

Принцип «сукцессионного очищения», или стабилизации и минимизации видового состава климакса – разнообразие стремится к пику на ранних или средних фазах сукцессии, а затем снижается в климаксе.

Принцип катастрофического толчка – глобальная природная или природно-антропогенная катастрофа приводит к существенным эволюционным перестройкам, которые относительно прогрессивны для природы, но не обязательно полезны для вида или иной систематической категории, в том числе для хозяйства и жизни человека.

Принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе) – каждый вид имеет свою собственную экологическую нишу. Никакие два разных вида не могут занять одну и ту же экологическую нишу.

Принцип совпадения системы «хозяин – паразит» – чтобы паразит мог развиваться, необходимо совпадение времени поражаемой стадии хозяина и агрессивной стадии паразита (Таленхорст, 1950).

Принцип «нулевого максимума», или минимизации прироста в зрелой экосистеме – экосистема в сукцессионном развитии стремится к образованию наибольшей биомассы при наименьшей биологической продуктивности.

Природная среда – совокупность естественных компонентов (атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв, недр) окружающей природной среды, природных комплексов, ландшафтов и объектов, определяющих условия жизнедеятельности человека, обитания животных, растений и других живых организмов.

Природный территориальный комплекс – исторически сложившаяся и пространственно обособившаяся единая неразрывная система, образованная основными взаимодействующими и взаимообусловленными компонентами природы (земная кора, атмосфера, вода, растения, животные), развивающимися под ведущим и направляющим влиянием литогенной основы.

Продолжительность жизни – это длительность существования особи.

Продолжительность жизни (средняя) – возраст, которого в среднем достигают особи данной выборки, т. е. частное от деления суммы возрастов на число особей.

Продолжительность жизни (физиологическая) – максимальная для особей данного вида при оптимальных условиях существования.

Продолжительность жизни (экологическая) – характеризует предельный возраст особей в естественных условиях и зависит от

многих внешних факторов.

Продуктивность экосистем – скорость, с которой продуценты экосистемы фиксируют солнечную энергию в химических связях синтезируемого органического вещества, определяет продуктивность сообществ.

Продуценты – автотрофные организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических с использованием внешних источников энергии. Роль: усваивая энергию Солнца или химических реакций и создавая органическое вещество, они как бы образуют запасы энергии, которая затем в виде пищи передается другим организмам.

Производственная среда – совокупность вещественных, энергетических, биотических и информационных агентов, воздействующих на человека в процессе производства.

Пространственная структура популяции – характер распределения особей популяции в пространстве.

Редуценты (от лат. *reducere* – возвращать) – гетеротрофные организмы, использующие в качестве пищи органическое вещество и подвергающие его минерализации (деструкторы). Роль: именно они (редуценты) завершают биологические циклы вещества в биосфере, возвращая в почву, воду и воздух биогены.

Резистентная устойчивость экосистемы – это способность экосистемы сопротивляться пертурбациям (нарушениям), поддерживая неизменной свою структуру и функцию.

Рождаемость – это способность популяции к увеличению численности. Характеризует частоту появления новых особей в популяции.

Рождаемость (экологическая или реализуемая) – рождаемость, возникающая в обычных условиях среды.

Рождаемость абсолютная (общая) – число новых особей ΔN_n , появившихся за единицу времени Δt (особей/год).

Рождаемость удельная (b) – выражается в числе рожденных особей на общее число особей за единицу времени $b = \Delta N_n / \Delta t N$.

Саморегуляция экосистем – способность экосистем к изменению внутренних свойств и количественных характеристик отдельных составляющих экологических компонентов, обеспечивающая сохранение общих функциональных и морфологических черт природной системы.

Селитебная (городская) среда – жилая зона, район населенного пункта, в пределах которого размещены жилые дома и в котором запрещено строительство промышленных, транспортных и иных пред-

приятый, загрязняющих окружающую человека среду.

Сельскохозяйственная экология (агроэкология) – раздел экологии, предметом которого является разработка инструментов, необходимых для получения качественной сельскохозяйственной продукции в условиях индустриального хозяйства, а следовательно учитывающая сопряженные с ним воздействия на окружающую среду (применение химических и биологических удобрений, мелиорация почв, выпас скота и пр.). В задачи науки входит также разработка методов минимизации вреда от указанных воздействий для окружающей среды.

Симбиоз (от греч. *symbiosis* – сожительство) – совместное существование организмов (симбионтов) двух или более видов. Носит чрезвычайно разнообразный характер: мутуализм, протокооперация, комменсализм, паразитизм.

Синэкология (от греч. *syn* – вместе и экология) – раздел экологии, изучающий ассоциации популяций разных видов растений, животных и микроорганизмов (биоценозов), пути их формирования, их взаимодействие с внешней средой. Термин предложил швейцарский ботаник К. Шретер (1902).

Система (от греч. *sysntema* – целое – составленное из частей; соединение) – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство.

Следствие 1 закона внутреннего динамического равновесия (Принцип Ле Шателье – Брауна). Любое изменение среды неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер.

Следствие 2 закона внутреннего динамического равновесия. Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергии, газов, жидкостей, субстратов, организмов продуцентов, консументов и редуцентов), информации и динамических качеств природных систем количественно не линейно, т. е. слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения в других (и во всей системе в целом).

Следствие 3 закона внутреннего динамического равновесия (закон необратимости эволюции). Производимые в крупных экосистемах перемены относительно необратимы.

Следствие 4 закона внутреннего динамического равновесия («правило Тришкина кафтана»). Любое местное преобразование

природы вызывает в глобальной совокупности биосферы и ее крупнейших подразделениях ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических вложений.

Сопротивление среды – экологические факторы, ограничивающие биотический потенциал.

Сотрапезничество – разновидность комменсализма, когда оба вида потребляют разные вещества или части одной и той же пищи.

Сотрудничество (протокооперация) (от лат. *cooperatio* – сотрудничество) – тип взаимоотношений между двумя организмами (популяциями), при котором оба получают пользу, но который нередко не является обязательным и взаимосвязь просто случайна.

Социальная среда – совокупность социальных условий жизнедеятельности человека, оказывающих влияние на его сознание и поведение.

Социальная экология – научная дисциплина, рассматривающая взаимоотношения в системе «общество – природа», изучающая взаимодействие и взаимосвязи человеческого общества с природной средой, а также:

- состав и особенности интересов социальных слоев и групп, эксплуатирующих природные ресурсы;
- восприятие разными социальными слоями и группами экологических проблем и мер по регулированию природопользования;
- учет и использование в практике природоохранных мероприятий особенностей и интересов социальных слоев и групп.

Социально-психологическая среда – внеэкономические отношения между людьми, включающие степень внимания друг к другу, взаимное уважение или, наоборот, неуважение, интерес или безразличие к общему делу и успехам каждого члена коллектива, единство или различие вкусов, устремлений, предпочтений и т. п.

Социально-экономическая среда – отношения между людьми (и их группами) и между ними и создаваемыми (в том числе накопленными) ими материальными и культурными ценностями, воздействующими на человека.

Среда обитания – совокупность абиотических и биотических условий жизни организма, которые необходимы для жизни и воспроизводства представителей данного вида.

Стенобионты (от греческого *stenos* – узкий и *bion* – живущий) –

животные и растения, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях окружающей среды (температуры, солености, влажности, наличия определенной пищи и т. д.).

Сукцессионная серия – последовательный ряд постепенно и закономерно сменяющих друг друга в сукцессии сообществ.

Сукцессия (от лат. *successio* – преемственность, наследование) – последовательная, большей частью необратимая смена биоценозов, преемственно сменяющихся на одной и той же территории в результате влияния внутренних факторов (сукцессия автогенная, или аутогенная) или внешних факторов (сукцессия аллогенная). Термин предложен Г. Каулсоном (1898).

Сукцессия автогенная – упорядоченный процесс развития сообщества, связанный с изменениями во времени и пространстве видовой структуры и протекающих в ней процессов.

Сукцессия аллогенная – процесс развития сообщества, происходящий под воздействием физико-химических, геохимических, геологических, антропогенных и других сил извне.

Сциофиты (от др.-греч. *σκιά* (*skiá*) – тень и *φυτό* (*phyton*) – растение) – растения нижних ярусов тенистых лесов, пещер и глубоководные растения; они плохо переносят сильное освещение прямыми солнечными лучами.

Терморегуляция (греч. *thermē* – тепло и лат. *regulare* – упорядочивать) – это способность животных организмов поддерживать температуру тела в определенных границах, даже если температура внешней среды сильно отличается.

Термофилы – это экологическая группа видов, оптимум жизнедеятельности которых приурочен к области высоких температур.

Топические связи (от греч. *topos* – место) – формы связи между популяциями в биоценозе, когда особи популяции одного вида видоизменяют физико-химические условия существования другого.

Трофические связи (от греч. *trophe* – питание) – форма связей между популяциями в биоценозе, проявляющихся в питании особей одного вида за счет живых особей другого вида, продуктов жизнедеятельности особей другого вида, мертвых остатков особей другого вида.

Узловое сообщество – естественное устойчивое сообщество в конечной фазе сукцессии, которое не может достигнуть климакса, но, тем не менее, развивается до равновесного с данной средой состояния.

Упругая устойчивость экосистемы – это способность системы восстанавливаться после того, как ее структура и функция были нарушены.

Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности.

Концепция устойчивого развития объединяет в себе три основных аспекта: экономический, социальный и экологический.

Экономическая составляющая подразумевает оптимальное использование ограниченных природных ресурсов и применение экологических природо-, энерго-, и материалосберегающих технологий, в том числе добычу и переработку сырья, создание экологически приемлемой продукции, минимизацию, переработку и уничтожение отходов.

Социальная составляющая устойчивости развития направлена на сохранение стабильности существующих социальных и культурных систем и сокращение числа разрушительных конфликтов между людьми. Важным аспектом такого подхода является справедливое распределение ресурсов и возможностей между всеми членами человеческого общества, сохранение культурного капитала и многообразия. Гарантированный минимальный уровень жизни должен быть неотъемлемым правом любого человека. Развитием социальной составляющей концепции устойчивого развития стала идея соблюдения прав будущих поколений, поскольку природные ресурсы Земли являются общим наследием всего человечества, включая как ныне живущие, так и те поколения, которые придут нам на смену.

С экологической точки зрения устойчивое развитие должно обеспечивать целостность и жизнеспособность биологических и физических природных систем, прежде всего тех, от которых зависит глобальная стабильность всей биосферы. Основное внимание уделяется сохранению их способностей к изменениям и самовосстановлению.

Устойчивость экосистемы – способность экосистемы и ее отдельных частей противостоять колебаниям внешних факторов и сохранять свою структуру и функциональные особенности.

Фабрические связи (от лат. *fabrica* – мастерская) – такой тип биоценологических отношений, в которые вступает вид, используя для своих сооружений (фабрикации) продукты выделения особей другого вида, мертвые остатки особей другого вида или даже живых особей другого вида.

Фактор антропогенный – фактор, косвенно обязанный своим происхождением деятельностью (планируемой и случайной, настоящей

и прошлой) человека.

ФАР (физиологически активная радиация) – лучи, активно влияющие на растительные организмы, ускоряя или замедляя фотосинтез.

Физиологически активная радиация – лучи, активно влияющие на растительные организмы, ускоряя или замедляя фотосинтез.

Фитоценоз (от греч. *φυτόν* – растение и *κοινός* – общий) – растительное сообщество, существующее в пределах одного биотопа.

Форические связи (от греч. *phorá* – ношение, несение) – межпопуляционные связи, возникающие при транспортировке одних организмов (или органов) другими.

Фотопериодизм (греч. *photos* – свет и *periodos* – круговорот, чередование) – реакция организмов на смену дня и ночи, проявляющаяся в колебаниях интенсивности физиологических процессов.

Фотосинтез – синтез клетками высших растений, водорослей и некоторыми бактериями (продуцентами) органических веществ при участии энергии света.

Фототропиизм (от др.-греч. *φως* – свет и *τρόπος* – поворот) – изменение направления роста органов растений или положения тела (органов) у животных, в зависимости от направления падающего света.

Фототрофы – организмы, использующие энергию Солнца.

Хемотрофы – организмы, использующие энергию химических связей, высвобождающуюся в процессе окисления минеральных веществ.

Хищничество – трофические отношения между организмами, при которых один из них (хищник) атакует другого (жертву) и питается частями его тела, т. е. обычно присутствует акт умерщвления жертвы.

Циклическая (периодическая) динамика экосистемы – относительно обратимые изменения экосистем, вызванные непостоянными внешними факторами, с постепенным возвратом к практически исходному состоянию.

Численность популяции – число организмов, относящихся к одной популяции.

Чистая первичная продуктивность (наблюдаемый фотосинтез) – скорость накопления органического вещества за вычетом расхода на растениями на дыхание, г/м²/год.

Эврибионты (от греч. *ευρί* – широкий и греч. *βίον* – живущий) – организмы, способные существовать в широком диапазоне природных условий окружающей среды и выдерживать их значительные из-

менения.

Эвтрофикация (от др.-греч. *εὐτροφία* – хорошее питание) – насыщение водоемов биогенными элементами, сопровождающееся ростом биологической продуктивности водных бассейнов.

Эдификаторы (от лат. *aedificator* – строитель) – виды с сильно выраженной средообразующей способностью.

Экологическая (местная) популяция – это группа особей, обладающая свойством целостности, с особым местообитанием, характеризуется единством экологических реакций на внешние воздействия.

Экологическая ниша – место вида в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе (напр., трофический статус) и его положение относительно абиотических условий существования (температуры, влажности и т. п.). Если местообитание – это как бы «адрес» организма, то экологическая ниша – это его «ПРОФЕССИЯ».

Экологическая структура биоценоза – это его состав из экологических групп организмов, выполняющих в сообществе в каждой экологической нише определенные функции.

Экологические пирамиды – графические изображения соотношения между продуцентами и консументами всех уровней (травоядных, хищников, видов, питающихся другими хищниками) в экосистеме. Эффект пирамид в виде графических моделей разработан в 1927 г. Ч. Элтоном. Различают: пирамиды энергии, пирамиды биомасс, пирамиды чисел.

Экологические стратегии популяций – способы выживания и поддержания стабильности популяций видов растений и животных в экосистемах.

Экологические стратегии популяций. R-стратеги – плодятся быстро и помногу, но слабо заботятся о потомстве, что сопровождается высокой детской смертностью (взрослая смертность у них также высока). К ним относятся бактерии, однолетние сорняки, вредители растений.

Экологические стратеги и популяций. K-стратеги – размножаются медленно и производят немного, но крупных потомков, которых окружают вниманием и заботой. Это обычно крупные животные, доминирующие в стабильных местообитаниях и сложившихся сообществах, например – слоны).

Экологический фактор – это свойство среды обитания, оказывающее какое либо воздействие на организм.

Экологический фактор абиотический (абиогенный) – фактор неживой природы, в значительной степени условно отделяемый от

антропогенных и биогенных факторов.

Экологический фактор атмосферный – фактор, связанный с физическим состоянием и химическим составом атмосферы (степенью ее разреженности, температурой, составом и т. п., включая атмосферные загрязнители).

Экологический фактор беспокоящий – фактор, не оказывающий на организм непосредственного глубокого физико-химического воздействия, но вызывающий психологическую или подспудную физиологическую реакцию (стресс), в конечном итоге нередко приводящую к неблагоприятным для индивида, группы или популяции последствиям. Например, шум, психологически несовместимая личность, иной дискомфорт и т. п.

Экологический фактор биосферный – фактор, источником и средой которого служит биосфера в целом.

Экологический фактор биотический – фактор, источником которого служит опосредованное воздействие живого на среду, напр., через химические выделения (фитонциды и др.), отмирание организмов (образование углей, карбонатов морей и т. п.), деятельность их прошлых поколений (формирование почв) и т. д.

Экологический фактор биоценотический (ценотический) – фактор, источником которого служит не отдельный организм, популяция, вид или их случайное сочетание, а совокупная деятельность составляющих биоценоз организмов, прямое и косвенное влияние их на среду.

Экологический фактор вещественно энергетический – любой фактор, сила воздействия которого адекватна переносимому потоку вещества и энергии (вне зависимости от степени реакции объекта воздействия).

Экологический фактор видовой – фактор, исходящий и действующий в рамках биологического вида. Включает общевидовые, популяционные, групповые и индивидуальные факторы.

Экологический фактор водный (влажности) – влияние на организм (любую природную систему) или объект водного средообразующего компонента. Различают влажность воздуха (относительную и абсолютную), почвенную влагу (свободную и связанную), воды различного расположения (подземные, поверхностные и т. п.), динамики и химического состава (пресные, солоноватые, соленые, минерализованные, минеральные и т. п.).

Экологический фактор вторичный – фактор, возникающий как следствие действия фактора первичного. Например, вегетация расти-

тельности связана с климатическими воздействиями, а те в свою очередь – с инсоляцией.

Экологический фактор генетический – воздействие на живое, исходящее от генетического кода, зависящее от его стабильности и изменчивости, а также от его перемен в результате внешних воздействий (мутаций).

Экологический фактор геоморфологический – вызванный геоморфологическими особенностями (геологическими структурами, рельефом и т. п.) места расположения рассматриваемого объекта или субъекта.

Экологический фактор групповой – фактор, источником и средой действия которого служит группа особей или индивидуумов.

Экологический фактор действующий – фактор, характер действия определяется действующим временем.

Экологический фактор избирательный – фактор, действующий на одни объекты или субъекты и не оказывающий заметного влияния на других.

Экологический фактор индивидуальный – фактор, действующий на индивид; исходящий от индивида; обусловленный видовыми особенностями особи (напр., фактор человеческий); особо избирательный фактор, действующий лишь на данную особь и не оказывающий заметного влияния на другие подобные особи.

Экологический фактор информационный – фактор, обычно выступающий как код жизненно важного сообщения и потому действующий на живое не адекватно (многократно сильнее) переносимому потоку вещества и энергии. Например генетический фактор, вид хищника для жертвы и т. п.

Экологический фактор исторический – фактор, характер современного воздействия которого был определен в ходе исторического развития человечества, его взаимодействия с природной средой (например увеличение концентрации CO_2 в атмосфере Земли за последние 100 лет).

Экологический фактор комплексный – многостороннее воздействие, исходящее от структуры, функции и истории образования.

Экологический фактор космический – фактор, источником которого служат процессы, идущие вне Земли (изменения солнечной активности, поток космических лучей и т. п.).

Экологический фактор летальный – любой фактор, приводящий живое к гибели (необычный мороз, жара, наводнение и т. п.).

Экологический фактор лимитирующий (ограничивающий) – фактор, ставящий рамки для течения какого-то процесса, явления или существования организма (вида, сообщества), например конкуренция других видов.

Экологический фактор мутагенный – фактор, прямо или косвенно вызывающий генетические мутации, например повышенная радиоактивность среды, ее загрязнение химическими веществами.

Экологический фактор неперIODический – фактор, возникающий внезапно, без строгой цикличности (ветер, гроза, пожар), и потому не создающий предпосылок к тому, чтобы организмы могли к нему адаптироваться.

Экологический фактор общего действия – любой фактор, оказывающий влияние на широкий круг объектов и/или субъектов.

Экологический фактор первичный – фактор, исходное воздействие которого связано, как правило, с космическими причинами, глобальными и широкорегиональными процессами.

Экологический фактор периодический – фактор, возникающий строго циклически (например приливы и отливы моря), к этому фактору организмы обычно адаптированы.

Экологический фактор природно-антропогенный – природный фактор, измененный человеком настолько, что он количественно и качественно отличается от исходного (например климат города имеет свои особенности) и является опосредованным (среда, создаваемая вторичной растительностью, не идентична среде, создаваемой первичной растительностью).

Экологический фактор социально-экономический (социальной среды) – любое воздействие, связанное с отношениями между людьми и между ними и созданными ими материальными и культурными ценностями.

Экологический фактор социально-психологический – фактор, источником которого служит общественная установка (например моральная, культурно-религиозная и т. п.).

Экологический фактор тератогенный – фактор, приводящий к уродствам в ходе индивидуального развития или в короткой цепи поколений, например передаваемый от материнской особи потомству.

Экологический фактор физиологический – индивидуальный фактор, оказывающий влияние на функции того же организма, т. е. самовлияние (например стресс).

Экологический фактор физический – фактор, источником которого служит физическое состояние или явление (механическое, волновое и т. д.).

Экологический фактор химический – фактор, происходящий от химического состава среды (в том числе химического загрязнения).

Экологический фактор эволюционный (палеофактор) – фактор, характер современного воздействия которого был определен в прежние геологические эпохи в результате жизнедеятельности организмов (например содержание O_2 в атмосфере, озоносфера и т. п.).

Экологический фактор эдафический – фактор, определяемый почвенными особенностями.

Экологический фактор экосистемный – воздействие, источником и средой которого служит структура, история и/или функция экосистемы.

Экологический фактор экстремальный – любой фактор, сила воздействия которого превышает обычные приспособительные реакции (динамические качества) живой системы, но не настолько, чтобы произошло мгновенное ее разрушение (для особи – смерть). Может иметь максимальное и минимальное выражение, т. е. резкий избыток или нехватка воздействия одинаково экстремальны.

Экологический фактор этологический – фактор, возникающий при непосредственном контакте особей в их группах.

Экология – наука об отношениях организмов к окружающей среде. Этот термин введен Э. Геккелем в 1866 г.

Современное определение (по Реймерсу) – это совокупность научных дисциплин, исследующих взаимоотношения системных биологических структур (от макромолекулы до биосферы) между собой и окружающей средой.

Экология человека – комплексная наука, изучающая закономерности взаимодействия человека с окружающей средой, вопросы развития народонаселения, сохранения и развития здоровья, совершенствования физических и психических возможностей человека, взаимоотношения биосферы и ее подразделений с антропосистемой, а также закономерности биосоциальной организации человеческих популяций, влияние различных факторов окружающей среды на человеческий организм. Важнейшей задачей экологии человека является раскрытие закономерностей освоения и преобразования разнообразных географических регионов под воздействием деятельности человека, а также изучение естественных законов сохранения и развития здоровья людей (народонаселения) в ходе такого освоения.

Экосистема – это любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое целое, возникающее на основе взаимодействия и взаимозависимости. Ввел фитоценолог А. Тенсли в 1935 г.

Экосистемный комплекс – биогенетический комплекс, горизонтальное или вертикальное сочетание двух или нескольких экосистем.

Эктотермные организмы (от греч. *ektos* – вне, снаружи и *therme* – тепло) – животные, жизнедеятельность которых зависит от внешних источников тепла. К эктотермным организмам относятся все растения и пойкилотермные животные.

Элементарная популяция (микрораспространение) – это небольшая группировка особей одного вида в биогеоценозе. В состав входят близкие в генетическом плане особи. У элементарных популяций различия определяются средой обитания, которые довольно быстро стираются из-за свободного перемещения особей. Чем однообразнее условия обитания, тем меньше экологических популяций.

Эндотермные организмы (от греч. *endo* и *therme* – тепло) – животные, высокая температура тела которых поддерживается внутренним образованием тепла в результате процессов обмена веществ. Все эндотермные организмы – гомойотермные животные.

Энергетическая функция живого вещества. В основе этой функции лежит фотосинтетическая функция зеленых растений, в результате которой происходит аккумуляция солнечной энергии и ее перераспределение между отдельными компонентами биосферы.

Энергетические субсидии – это дополнительный источник энергии, уменьшающий затраты на самоподдержание экосистемы и увеличивающий ту долю энергии, которая может перейти в продукцию.

Этологическая структура популяций животных – система взаимоотношений между членами одной популяции, определяющая образ жизни (одионый и семейный, колониальный, стайный и стадный).

Ярусность биоценоза – вертикальное расслоение биоценозов на разновысокие структурные части.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рациональное использование природных ресурсов и эффективные меры по охране окружающей среды возможны только на основе знаний законов природы и их разумного применения: от потребительского отношения к природе человек должен перейти к сотрудничеству с ней и соразмерять свою хозяйственную деятельность с возможностями природы. Решение экологических проблем становится успешным лишь при участии широкого круга специалистов, работающих в различных областях науки и техники.

Стратегия охраны биосферы от химических загрязняющих веществ в настоящее время предполагает такие мероприятия, как правильное хранение токсичных отходов различных производств, снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду, создание малоотходных и безотходных технологий, строгий контроль при использовании пестицидов и гербицидов, других химических веществ, разумное, экологически оптимальное применение минеральных и органических удобрений.

Специалист в области технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции сталкивается с необходимостью оценить влияние экологических факторов (природных или порождаемых деятельностью человека) на живые организмы, которые существуют не сами по себе, а организованы в популяции, сообщества и экосистемы. Поэтому он должен знать о том, как реагируют эти разновые уровневые биологические системы на влияние различных факторов.

С учетом того, что пользоваться учебником будут студенты с разным уровнем профессиональной подготовки, автор старался сделать его, с одной стороны, достаточно полным и охватывающим весь круг проблем современной общей экологии, а с другой – доступным. Автор сознательно избегал математизации описываемых закономерностей и излагал материал на уровне логического описания. Для облегчения усвоения материала студентами (и использования учебника преподавателями) после всех разделов приводятся вопросы для самоконтроля, а после лабораторных работ – задание для самостоятельной работы, контрольные вопросы и задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимова, Т. А. Экология / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – Москва : ЮНИТИ, 1998.
2. Бигон, М. Экология. Особи, популяции и сообщества: в 2 т. Т. 1, 2 / М. Бигон, Д. Харпер, К. Таунсенд. – Москва : Мир, 1989.
3. Биологический энциклопедический словарь. – Москва : Изд-во БРЭ, 1995. – 864 с.
4. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М. С. Гилярова. – Москва : Советская энциклопедия, 1986. – 831 с.
5. Блинников, В. И. Зоология с основами экологии / В. И. Блинников. – Москва : Просвещение, 1990. – 224 с.
6. Богдановский, Г. А. Химическая экология / Г. А. Богдановский. – Москва : Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.
7. Большаков, В. Н. Практикум по региональной экологии / В. Н. Большаков, Л. Г. Таршис, В. С. Безель [и др.]. – Екатеринбург : Сократ, 2003. – 232 с.
8. Бродский, А. К. Общая экология : учебник / А. К. Бродский. – Москва : Академия, 2010. – 256 с.
9. Брукс, Р. Р. Химия окружающей среды / Р. Р. Брукс. – Москва : Химия, 1982. – 672 с.
10. Вернадский, В. И. Биосфера / В. И. Вернадский. – Москва : Наука, 1967. – 376 с.
11. Воронков, Н. А. Экология: общая, социальная, прикладная / Н. А. Воронков. – Москва : Агар, 1999. – 424 с.
12. Вронский, В. А. Прикладная экология / В. А. Вронский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1996. – 512 с.
13. Гальперин, М. В. Общая экология : учебник / М. В. Гальперин. – Москва : Форум, 2012. – 336 с.
14. Гиляров, А. М. Популяционная экология: учебное пособие / А. М. Гиляров. – Москва : Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.
15. Горышина, Т. К. Экология растений / Т. К. Горышина. – Москва : Высшая школа, 1979. – 369 с.
16. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году : государственный доклад. – Красноярск, 2014. – 313 с.
17. Грин, Н. Биология: в 3 т. / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – 3-е изд. – Москва : Мир, 2004. Т. 1. – 454 с.; Т. 2. – 436 с.; Т. 3. – 451 с.
18. Гринин, А. С. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях : учебник / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – Москва : ФАИР-ПРЕСС, 2000.

19. Гурни, К. Парниковый эффект и глобальное потепление / К. Гурни // Химия в России. – 2000. – № 8. – С. 18.
20. Жигальский, О. А. Основы экологии : курс лекций : в 2 т. / О. А. Жигальский, О. Р. Белан. – Екатеринбург : Изд-во УГТУ-УПИ. Т. 1. – 2001; Т. 2. – 2004.
21. Здоровье среды: методика оценки / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов [и др.]. – Москва : Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
22. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1984.
23. Коротченко, И. С. Экология / И. С. Коротченко; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2015. – 291 с.
24. Коробкин, В. И. Экология / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.
25. Экологическое нормирование на примере радиоактивного загрязнения экосистем / Д. А. Криволицкий [и др.] // Методы биоиндикации окружающей среды в районах АЭС. – Москва : Наука, 1988.
26. Культиасов, И. М. Экология растений / И. М. Культиасов. – Москва : Изд-во МГУ, 1982. – 379 с.
27. Маврищев, В. В. Общая экология : курс лекций : учебное пособие / В. В. Маврищев. – Москва : ИНФРА-М; Новое знание, 2013. – 299 с.
28. Мелехова, О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева. – Москва : Академия, 2008. – 288 с.
29. Методические указания по определению нитратов в продукции растениеводства, утвержденные агропромом СССР за № 4228/86 от 24.11.2019 и дополнения к ним / Министерство здравоохранения СССР; Госагропром СССР. – Москва, 1989.
30. Новиков, Ю. В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина; под ред. А. П. Шицковой. – Москва : Медицина, 1990. – 400 с.
31. Миркин, Б. М. Основы общей биологии: учебное пособие / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова; под ред. Г. С. Розенберга. – Москва : Университетская книга, 2005. – 200 с.
32. Наумов, Н. П. Экология животных / Н. П. Наумов. – Москва : Высшая школа, 1963. – 618 с.
33. Небел, Б. Наука об окружающей среде : в 2 т. / Б. Небел. – Москва : Мир, 1993. – 336 с.

34. Никаноров, А. М. Экология / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. – Москва : ПРИОР, 2000. – 304 с.
35. Новоженев, Ю. И. Биологическая теория происхождения человека / Ю. И. Новоженев. – Екатеринбург : Банк культурной информации, 1997. – 148 с.
36. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем / Б. Нолтинг. – Москва : Техносфера, 2005. – 256 с.
37. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – Москва : Мир, 1975. – 741 с.
38. Одум, Ю. Экология : пер. с англ. В 2 т. / Ю. Одум. – Москва : Мир, 1986. – 376 с.
39. Петров, К. М. Общая экология (взаимодействие общества и природы) / К. М. Петров. – Санкт-Петербург : Химия, 1997. – 352 с.
40. Поленов, Б. В. Дозиметрические приборы для населения / Б. В. Поленов. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 64 с.
41. Пономарева, И. Н. Экология / И. Н. Пономарева. – СПб.: Вентана-Граф, 2007. – 272 с.
42. Практикум по экологии: учебное пособие / С. В. Алексеев, Н. В. Груздева, А. Г. Муравьев [и др.]. – Москва : МДС, 1996. – 192 с.
43. Пределы роста : доклад по проекту Римского клуба «Сложные положения человечества» / Д. Х. Медоуз, Д. Л. Медоуз, Й. Рандерс, В. Бернс. – Москва : Изд-во Московского университета, 1991. – 207 с.
44. Радкевич, В. А. Экология / В. А. Радкевич. – Минск : Высшая школа, 1997. – 159 с.
45. Рамад, Ф. Основы прикладной экологии : пер. с франц. / Ф. Рамад. – Ленинград : Гидрометеозидат, 1981. – 543 с.
46. Ревелль, П. Среда нашего обитания. Книга первая (Народонаселение и пищевые ресурсы) : пер. с англ. / П. Ревелль, Ч. Ревелль. – Москва : Мир, 1994. – 344 с.
47. Реймерс, Н. Ф. Популярный биологический словарь / Н. Ф. Реймерс. – Москва : Наука, 1991. – 540 с.
48. Реймерс, Н. Ф. Природопользование / Н. Ф. Реймерс. – Москва : Мысль, 1990. – 637 с.
49. Реймерс, Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – Москва : Россия Молодая, 1994. – 366 с.
50. Риклефс Р. Основы общей экологии / Р. Риклефс. – Москва : Мир, 1979. – 424 с.
51. Скотт, М. Природа / М. Скотт. – Москва : Росмэн, 1995. – 160 с.
52. Строкова, Н. П. Методические указания к практическим работам по курсу «Общая экология» / Н. П. Строкова. – Челябинск : Изд-во ЧГПУ, 2003. – 82 с.

53. Татарина, Л. Ф. Экологический практикум для студентов и школьников (Биоиндикация загрязненной среды) / Л. Ф. Татарина. – Москва : Аргус, 1997. – 80 с.
54. Трифонова, Т. А. Прикладная экология: учебное пособие / Т. А. Трифонова, Н. В. Селиванова, Н. В. Мищенко. – Москва : Академический Проект ; Традиция, 2005. – 384 с.
55. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – Москва : Владос, 2001. – 288 с.
56. Физико-химические методы изучения качества пресных вод: методическое пособие / под ред. Ю.А. Буйволова. – Москва : Экосистема, 1997. – 12 с.
57. Химические методы анализа объектов окружающей среды: лабораторный практикум / С. М. Чеснокова, В. Г. Амелин ; Владимирский государственный технический университет. – Владимир, 1996. – 60 с.
58. Химия окружающей среды: практикум / Т. А. Трифонова, Е. П. Гришина, Н. В. Мищенко, А. Л. Тихомиров ; Владимирский государственный технический университет. – Владимир, 1996. – 56 с.
59. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В. В. Церлинг. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 235 с.
60. Чернова, Н. М. Лабораторный практикум по экологии / Н. М. Чернова. – Москва : Просвещение, 1986. – 96 с.
61. Чернова, Н. М. Общая экология: учебник / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – Москва : Дрофа, 2007. – 416 с.
62. Чернова, Н. М. Экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – Москва : Просвещение, 1988. – 265 с.
63. Шилов, И. А. Экология: учебник / И. А. Шилов. – Москва : Высшая школа, 1997. – 512 с.
64. Щукин, И. Экология для студентов вузов / И. Щукин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 219 с.
65. Экологическое состояние территории России : учебник / В. П. Бондарев, Л. Д. Долгушин, Б. С. Залогин [и др.]; под ред. С. А. Ушакова, Я. Г. Каца. – Москва : Академия, 2004.
66. Экология / под ред. В. В. Денисова. – Москва : Март, 2006. – 768 с.
67. Экология микроорганизмов: учебник / под ред. А. И. Нетрусова. – Москва : Академия, 2004. – 272 с.
68. Экология. Природа – Человек – Техника : учебник / под общ. ред. А. П. Кузьмина. – Москва : Экономика, 2007. – 510 с.

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Практикум

КОРОТЧЕНКО Ирина Сергеевна

Редактор
О.Ю. Потапова

Электронное издание

Подписано в свет 20.11.2019. Регистрационный номер 246
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru