

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

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА АГРОХИМИИ, ПОЧВОВЕДЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ

ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие с заданиями
для самостоятельной работы

для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование,
Профиль Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
обводнения и водоотведения очной и заочной форм обучения

Брянск 2017

УДК 574 (076)
ББК 20.1
М 22

Мамеева, В. Е. **Экология:** учебно-методическое пособие с заданиями для самостоятельной работы для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование Профиль Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения очной и заочной форм обучения / В. Е. Мамеева. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. - 96 с.

СОСТАВИТЕЛЬ: к. с.-х. н., доцент МАМЕЕВА Виктория Евгеньевна.

РЕЦЕНЗЕНТ: к. с.-х. н., доцент, СИМОНОВ Виталий Юрьевич.

Рекомендовано к изданию методической комиссией института экономики и агробизнеса Брянского государственного аграрного университета протокол №3 от 31.01.2017 г.

© Брянский ГАУ, 2017

© Мамеева В.Е., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	4
<u>ЗАНЯТИЕ 1. ФАКТОРЫ СРЕДЫ И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМЫ.</u>	6
<u>ЗАНЯТИЕ 2. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ</u>	17
<u>ЗАНЯТИЕ 3. ЭКОСИСТЕМА. ЕЁ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СВОЙСТВА</u>	27
<u>ЗАНЯТИЕ 4. БИОСФЕРА И МЕСТО В НЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА</u>	39
<u>ЗАНЯТИЕ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. ОХРАНА ПРИРОДЫ.</u>	46
<u>ЗАНЯТИЕ 6. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.</u>	50
<u>ЗАНЯТИЕ 7. ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. ВОЗДЕЙСТВИЕ СБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД</u>	59
<u>ЗАНЯТИЕ 8. ОХРАНА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВ</u>	68
<u>Лабораторная работа № 1. ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОГО ДНЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ.</u>	76
<u>Лабораторная работа № 2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ПО ОСОБЕННОСТЯМ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ БОРОДАВЧАТОЙ (BETULA PENDULA).</u>	76
<u>Лабораторная работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА.</u>	82
<u>Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ.</u>	85
<u>Лабораторная работа № 5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК И ОЗЁР ПО БИОТИЧЕСКОМУ ИНДЕКСУ.</u>	88
<u>Лабораторная работа № 6. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЁМОВ ПО СОСТОЯНИЮ ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ СЕМЬСТВА РЯСКОВЫЕ.</u>	90
<u>Лабораторная работа № 7. КРЕСС-САЛАТ КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ</u>	92
<u>ЛИТЕРАТУРА</u>	94

ВВЕДЕНИЕ

Экология – наука о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой. Этот термин в 1866 году ввел Эрнст Геккель. В настоящий момент экология является обширной областью знания, включающей целый ряд направлений: аутэкология, демэкология, синэкология, биогеоценология, учение о Биосфере, инженерная и промышленная экология, охрана окружающей среды.

Именно знание экологических закономерностей позволяет организовать рациональное природопользование, способствующее экономной эксплуатации ресурсов природы, наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранению здоровья людей.

В методическом пособии приведены краткие теоретические сведения по некоторым разделам курса «Экология»; курс практических занятий, посвященных изучению процессов в наземных и водных экосистемах, взаимодействию организмов в популяциях и популяций в биоценозах. В пособии уделено внимание широкому спектру проблем современной экологии, включая теоретические и прикладные. Большая часть заданий не рассчитана на использование дорогостоящих оборудования и материалов. Работы могут осуществляться в обычных аудиториях или с выходом за пределы учебного заведения – на ближайшие улицы, в парк. Приведенные в предлагаемых практических работах задания требуют разных затрат времени и других ресурсов. Все работы рассчитаны примерно на 2 учебных часа, но некоторые предполагают дополнительное время, поэтому рассчитаны также и на самостоятельную и внеаудиторную работу. Подготовка к занятиям потребует работы с источниками информации и их анализа, увязывания собственных результатов с литературными данными.

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие компетенции:

ОПК -1: способностью предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности

Знать: основные антропогенные факторы и их влияние на почвенный покров и земельные ресурсы; устойчивость организмов и экосистем к воздействиям возникающим при строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования; экологические принципы использования природных ресурсов и охраны природы, основы экологического права и профессиональной ответственности.

Уметь: определить степень антропогенной нарушенности терри-

тории в ходе строительства и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования; проводить экологическую экспертизу состояния земельных ресурсов, оценить эффективность природоохранных мероприятий.

Владеть: методиками по оценке использования воздействия процессов строительства и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования на компоненты природной среды.

ПК-15: способностью использовать методы эколого-экономической и технологической оценки эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования.

Знать: нормативы и критерии, позволяющие произвести эколого-экономическую и технологическую оценку эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования.

Уметь: применять на практике эколого-экономические нормативы и критерии, при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования.

Владеть: навыками использования методов эколого-экономической и технологической оценки эффективности при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования.

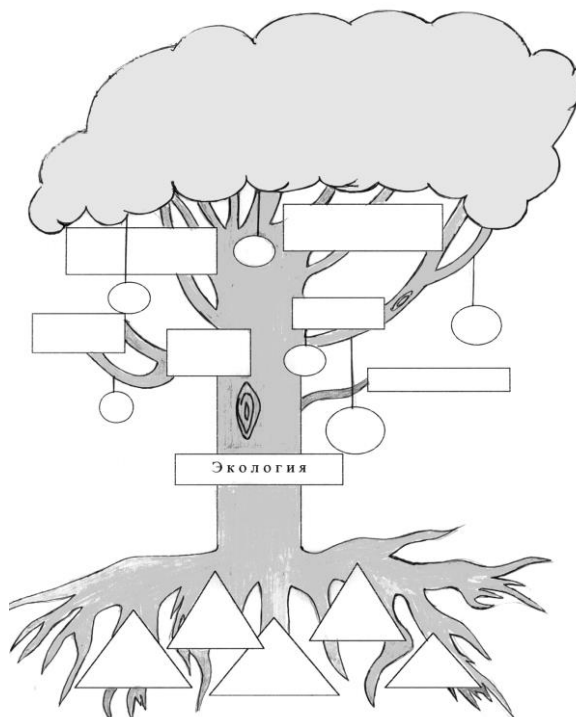
ЗАНЯТИЕ 1. ФАКТОРЫ СРЕДЫ И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМЫ

1. Среда и условия существования организмов

2. Экологические факторы природной среды и адаптация к ним живых организмов.

Цель занятий: познакомиться с основными средами обитания живых организмов, изучить классификацию экологических факторов и их влияние на живые организмы, а также некоторые способы адаптации живых организмов к условиям внешней среды.

Контрольное задание: Впишите в соответствующие ячейки недостающие слова. Количество ячеек (Δ, □, O), обозначающих истоки науки экологии (корни дерева), разделы экологии (ветви дерева), практическое приложение (плоды) может быть любым.



1. Среда и условия существования организмов



Рис. 1. Основные среды обитания

Различают такие понятия как среда и условия существования организмов.

Среда - это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие. Из среды организмы получают все необходимые для жизни и в нее же выделяют продукты обмена веществ.

Условия жизни, или **условия существования**, - это совокупность необходимых для организма элементов среды, с которым он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может.

Приспособления организмов к среде называются **адаптацией**. Способность к адаптации - одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающая возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться.

Задание 1. Изучив имеющийся материал по данной теме, дайте ответы на следующие вопросы:

♦ В какой среде должны жить самые быстродвигающиеся животные? Назовите некоторых из них _____

♦ Почему в других средах скорости передвижения значительно ниже? _____

♦ В какой среде органы опорно-двигательной системы живот-

ных и опорной системы растений должны иметь наивысшее развитие? Почему? _____

◆ В какой среде обитают самые крупные и тяжелые животные?

◆ В каких средах будут встречаться слепые или слабовидящие животные? Напишите названия некоторых из них _____

◆ Ученые-ихтиологи сталкиваются с серьезными проблемами при сохранении для музеев глубоководных рыб. Поднятые на палубу корабля, они в буквальном смысле слова взрываются, что вызывает нарушение их наружных и внутренних органов. Объясните, почему это происходит _____

Задание 2. Изучив имеющийся материал по данной теме, выполните следующие задания:

◆ Число всходов маленьких елочек от одной плодоносящей ели может достигать 700-900 штук на 10м². Через 20 лет на этой площади останется 2-3 молодые ели. Почему большая часть елей погибнет? Объясните биологическое значение этого явления.

Ответ:

◆ Бактерии очень быстро размножаются. Каждые полчаса в результате деления из одной клетки образуется две. От одной бактерии в идеальных условиях за сутки потомство составит 2^{48} клеток. Такое число бактерий занимает 0,25-литровый стакан. За какое время их количество удвоится и займет 0,5-литровый объем?

Ответ:

♦ В каких отраслях промышленности используются бактерии и их способность быстро размножаться? Пофантазируйте и предложите свои варианты использования высокой скорости размножения бактерий для пользы человека.

Отрасли:

2. Экологические факторы природной среды и адаптация к ним живых организмов

Отдельные свойства или элементы среды, воздействующие на организмы, называются экологическими факторами.

Многообразие экологических факторов подразделяется на которые подразделяются на две большие группы: абиотические и биотические.

Абиотические факторы - это комплекс условий неорганической среды, влияющей на организм.

Биотические факторы - это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие.

Интенсивность экологического фактора наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма называется **оптимумом**, а дающая наихудший эффект – **пессимумом**, т. е. условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он ещё может существовать.

Весь интервал экологического фактора, называется **диапазоном устойчивости (выносливости) или толерантности**. Точки, ограничивающие его – **пределы устойчивости**.

Фактор, уровень которого в качественном или количественном отношении (недостаток или избыток) оказывается близким к пределам выносливости данного организма, называется **ограничивающим** или **лимитирующим**.

Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, заполните таблицу.

Факторы среды

Природные		Антропогенные
абиотические	биотические	

Задание . Выпишите абиотические, биотические и антропогенные факторы среды из предложенного ряда: хищничество, вырубка лесов, влажность воздуха, температура воздуха, паразитизм, свет, строительство зданий, давление воздуха, конкуренция, выброс углекислого газа заводами, соленость воды.

Абиотические:

Биотические:

Антропогенные:

Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, выполните следующие задания:

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать растениям в океане на глубине 6000 м: вода; температура; углекислый газ; соленость воды; свет.

♦ Перед вами график зависимости численности жука семиточечной божьей коровки от температуры окружающей среды.

Укажите:

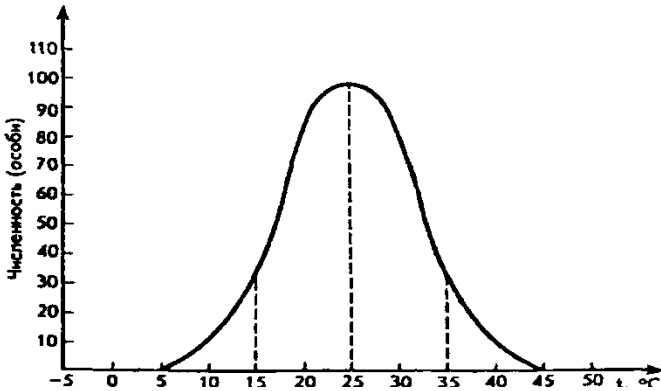
а) температуру, оптимальную для этого насекомого _____

б) диапазон температуры зоны оптимума _____

в) диапазон температуры зоны пессимума (угнетения) _____

г) две критические точки _____

д) пределы выносливости вида _____.



♦ Полная гибель куколок яблонной плодовой жорки наступает при сочетаниях: 10° и 100%, 4° и 80%, 15° и 40%, 28° и 45%, 36° и 55%, 38° и 100%. Гибель менее 50% при сочетаниях 20° и 85%, 22° и 95%, 27° и 55%, 28° и 70%. Соедините замкнутой кривой точки для каждого уровня выживания. Велика ли опасность размножения этого вредителя в районах с летними температурами 18-26 и влажностью воздуха 70 — 90%, в районах с летними температурами 20 - 35° и 20 - 35%?

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать большинству растений в пустыне летом: температура; свет; вода; ветер; кислород.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать скворцам зимой в средней полосе России: температура; пища; кислород; влажность воздуха; свет.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать обыкновенной речной щуке в Черном море: влажность; температура; свет; пища; соленость воды; кислород.

♦ Среди перечисленных факторов подчеркните ограничивающий, значение которого не позволяет существовать кабану зимой в северной тайге: температура; свет; кислород; влажность воздуха; высота снежного покрова.

♦ Выберите правильное определение закона лимитирующего фактора:

А) оптимальное значение фактора наиболее важно для организма _____

Б) из всех факторов, действующих на организм, наиболее важен тот, значение которого больше всего отклоняется от оптимального

В) из всех факторов, действующих на организм, наиболее важен тот, значение которого меньше всего отклоняется от оптимального

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, выберите правильный ответ представленных ниже тестовых заданий:

◆ Анабиоз - это состояние организма, при котором:

- а) он гибнет
- б) процессы жизнедеятельности сведены к минимуму
- в) он прекращает размножаться

◆ Отметьте неправильный ответ.

Вода в клетках морозоустойчивых растений не замерзает при небольших отрицательных температурах, потому что:

- а) она связана гидрофильными белками
- б) имеет повышенную концентрацию растворимых углеводов в клеточном соке
- в) имеет пониженное содержание растворимых углеводов и минеральных солей

◆ Ферментные системы гомойотермных (теплокровных) животных адаптированы к функционированию в:

- а) узком диапазоне температур
- б) широком диапазоне температур
- в) зоне с низкими температурами

◆ Для растений суккулентов характерны:

- а) мясистость и сочность стеблей и листьев, в которых запасается вода
- б) мелкие сухие листья в виде игл, колючек
- в) длинные стержневые корни

◆ Активная реакция среды (рН) более постоянна в:

- а) пресных водах
- б) солоноватых водах
- в) морской воде

◆ Животные с фильтрационным способом питания характерны для среды:

- а) водной
- б) наземной
- в) почвенной

◆ Биологическое действие солнечного света зависит от:

- а) его спектрального состава
- б) интенсивности освещения
- в) суточной и сезонной периодичности
- г) а + б + в

◆ Факторы, сглаживающие колебания численности популяции, приводящие после очередного отклонения от оптимума к прежнему уровню, называются ...

- а) активирующие
- б) регулирующие
- в) инактивирующие

Приспособления организмов к среде называются *адаптацией*. Способность к адаптации - одно из основных свойств жизни вообще, обеспечивающая возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться.

Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, выполните следующие задания:

◆ Выберите наиболее устойчивый к вытаптыванию вид: одуванчик лекарственный, плаун булавовидный, подорожник большой, ландыш майский.

Ответ: _____

◆ Назовите способ выживания при взаимодействии организмов с окружающей средой:

- А) осенние перелеты птиц в южные регионы
- Б) зимняя спячка бурых медведей
- В) активная жизнь полярных сов зимой при температуре -40°C
- Г) переход в состояние спор бактерий при понижении температуры
- Д) нагревание тела верблюда днем до 41°C и остывание его ночью до 37°C
- Е) нахождение человека в бане при температуре 100°C , при этом его внутренняя температура составляет $36,6^{\circ}\text{C}$

- Ж) переживание кактусами в пустыне жары 80⁰С
З) переживание рябчиками сильных морозов в толще снега

Избегание: _____

Подчинение: _____

Сопrotивление: _____

Задание 7. Изучив имеющийся материал по данной теме, скажите такое анабиоз?

Анабиоз это _____

Задание 8. Изучив имеющийся материал по данной теме, укажите какие из перечисленных организмов относятся к теплокровным?

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| А) окунь речной | Е) ласточка городская |
| Б) лягушка озерная | Ж) инфузория-туфелька |
| В) дельфин белобочка | З) клевер красный |
| Г) гидра пресноводная | И) пчела медоносная |
| Д) сосна обыкновенная | К) гриб подберезовик |

Ответы:

◆ Клесты строят гнезда и выводят птенцов зимой (в феврале). Почему? Выберите правильный ответ:

А) у клестов есть приспособления, помогающие переносить низкие температуры _____;

Б) в это время много корма _____;

В) им необходимо успеть вывести птенцов до прилета птиц – основных конкурентов – из южных районов _____;

б) Объясните, почему в холодных частях ареала чаще можно наблюдать темноокрашенных рептилий, в отличие от теплых регионов.

Ответ: _____

Задача 1. Некоторые особенности экологии и энергетического обмена кедровки в зимний период

Вид	Средняя масса, г	Перемещение, км/сут.	Калорийность пищи, ккал	К-во кал/1 г массы
Каменный глухарь	3079	0,5	680	0,22
Белая куропатка	660	2,1	289	0,43
Тундряная куропатка	476	1,3	281	0,59
Рябчик	403	0,2	252	0,63
Кедровка	168	9,0	64	0,38
Кукша	93	4,0	82	0,83
Синица-гаичка	14	6,3	21	1,5

Поведение кедровки зимой, распределение времени при длительности светового дня 5,5 ч следующее: поиск и добывание орешков 2,5-3 ч; время на перелеты-10-15 мин; отдых - 25-30 мин; ночевка - 18,5-20,5 ч. Кедровка делает в августе - сентябре запасы семян кедровой сосны (до 600 кладовых по 100-120 орешков). Суточная потребность птицы примерно 200 орешков. Ночует зимой на одном месте, над головой защита из веток и снега; прижимается к стволу дерева. При морозах ниже - 45 °С температура кожи снижается на 5-6°С. Возможна гипотермия тела.

Вопросы: 1. В чем проявляются приспособительный характер деталей поведения кедровки, распределения времени в течение суток, выбора места ночевки и гипотермии тела при сильных морозах?

2. В чем адаптивный смысл избыточности запасов кормов?

Задача 2. Особенности терморегуляции у животных
Объяснить изменения, вызванные стрижкой белых овец.

Показатель	Нестриженные	Стриженные
Отражение солнечных лучей	0,18	0,36
Температура на кончиках шерсти, °С	76	53
Температура кожи, °С	42,5	45
Температура тела, °С	40,2	39,8
Частота дыхания в мин	108	230

Вопросы: 1. Какие механизмы терморегуляции имеют преимущественное значение для нестриженного и стриженного животного?

2. В какое время вегетационного периода в аридных условиях можно рекомендовать стрижку овец, исходя из продуктивности и здоровья животных и состояния пастбищ?

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «экологический фактор».
2. Приведите примеры «ключевых» экологических факторов в жизни двух-трёх живых существ.
3. Почему действие любого фактора может привести к неблагоприятным для организма последствиям?
4. Какова роль воды в жизни организмов?
5. Какова экологическая пластичность организмов водной среды?
6. Каковы физиологические адаптации растений к наземно-воздушной среде?
7. Какова роль эдафогенных факторов в распределении растений и животных?

ЗАНЯТИЕ 2. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Цель работы: изучить основные свойства популяции, ее структуру, а также влияние факторов внешней среды на поведение особей в популяции.

Согласно определению С. Шварца **популяция** - это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности неограниченно длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды. Она выступает **первой надорганизменной биологической макросистемой**.

Популяция занимает определенное пространство и обладает признаками, характеризующими группу как целое, а не отдельных особей в группе. К таким признакам относятся: *полная численность, плотность, рождаемость, смертность, распределение организмов по возрастам, биотический потенциал, характер распределения в пределах территории, темп роста.*

Кроме того, популяции имеют ряд генетических признаков, связанных с их экологией, - *способность к адаптации, репродуктивная приспособленность и устойчивость.*

Функции популяции: *рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях.*

ЧИСЛЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ



Факторы увеличения численности (Биотический потенциал)

Абиотические

Благоприятное освещение

Благоприятная температура

Благоприятная химическая обстановка (оптимальный уровень необходимых питательных веществ)

Биотические

Высокая скорость воспроизводства

Широкие параметры ниши

Необходимое питание

Конкурентоспособность в борьбе за ресурсы

Способность спрятаться или защититься от хищников

Способность мигрировать и жить в других местах

Способность адаптироваться к изменению окружающей среды

Факторы уменьшения численности (Устойчивость к изменению окружающей среды)

Абиотические

Недостаточное или избыточное освещение

Неблагоприятная температура

Неблагоприятная химическая обстановка

Биотические

Низкая скорость воспроизводства

Узкие параметры ниши

Недостаточное питание

Избыток конкурентов

Неспособность спрятаться или защититься от хищников

Неспособность мигрировать и жить в других местах

Неспособность адаптироваться к изменению окружающей среды

Рис. 1. Размер популяции как баланс между факторами, способствующими ее росту или сокращению (по Миллеру Т, 1993)

Задание 1. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните утверждения, выбрав один из вариантов, приведённых ниже.

Рост популяций растений на суше чаще всего ограничен

- а)** воздействием животных-фитофагов;
- б)** внутривидовой конкуренцией за свет;
- в)** недостаточным количеством биогенных элементов (углерода, азота, фосфора);
- г)** недостатком влаги;
- д)** недостаточно эффективной деятельностью редуцентов;
- е)** облигатным характером взаимодействия с симбионтами.

♦ Как называется территория, занимаемая видом или популяци-

ей? Подчеркните правильный ответ: а) пространство; б) площадь; в) круг; г) ареал; д) зона; е) участок.

♦ **Задача 1.** Чтобы оценить численность форели озёрной в небольшом озере, был проведён контрольный отлов, при котором в сеть попали 625 особей. Все они были помечены и выпущены обратно. Через три недели повторным отловом поймано 873 половозрелые форели, из которых 98 имели метки. Определите общую численность популяции форели озёрной в данном водоёме.

♦ **Задача 2.** Осенью каждая самка рыбы нерки (лососевые) откладывает 3200 икринок на гравий в мелких местах. Следующей весной 640 мальков, появившихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели. Уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере один год, а затем мигрируют в море. Четыре взрослые рыбы (уцелевшие из числа серебрянок) возвращаются к метам нереста спустя 2,5 года, нерестятся и погибают. Подсчитайте смертность нерки на каждом этапе.

Задание 2. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните утверждения, выбрав один правильный вариант из приведённых ниже:

Численность популяции из года в год остаётся постоянной потому, что:

- а) каждый год погибает примерно одинаковое количество особей;
- б) различные факторы среды противодействуют высокому проявлению биотического потенциала популяции;
- в) организмы размножаются более интенсивно при меньшей плотности популяции и менее интенсивно при большей плотности;
- г) организмы прекращают размножение после того, как численность популяции превысит средний уровень;
- д) относительное потребление хищниками особей данной популяции остаётся постоянным.

Задание 3. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните утверждения, выбрав один правильный вариант из всех приведённых ниже:

Разные популяции одного вида организмов

- а) постоянно ограничены одними и теми же факторами;

б) могут быть в один и тот же период времени ограничены разными факторами;

в) в один период времени ограничены одними и теми же факторами (в другое время факторы могут быть другими, но сходными для всех популяций);

г) ограничены в росте своей численности в разные периоды времени сходным комплексом значимых факторов.

Задача 3. Численность популяции рыжих полёвок, завезённых на остров, где до этого они отсутствовали, в течение некоторого времени росла экспоненциально (рис. 2). При данной динамике численности рождаемость, однако, в течение того же времени снижалась линейно (рис. 2). Дополните график на рис. 3, проведя линию, описывающую ход смертности особей в данной популяции за тот же промежуток времени. Объясните ваш выбор.

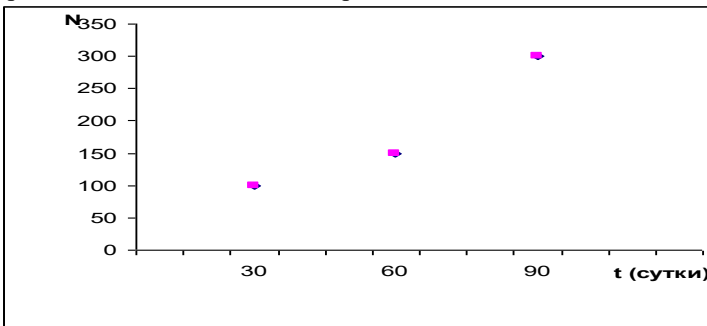


Рис. 2. Динамика численности полёвок

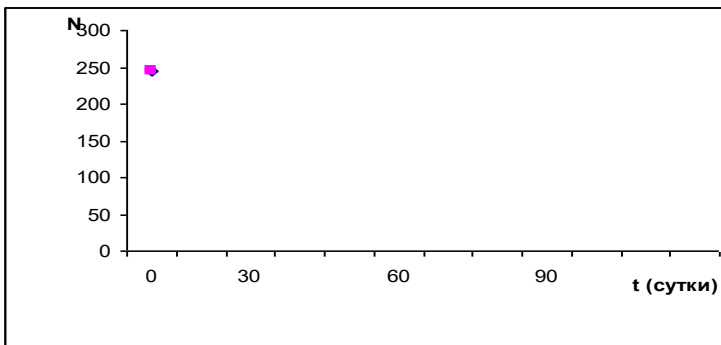


Рис. 3. Изменение численности в популяции полёвок за тот же период

Задание 4. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните утверждения, выбрав один правильный вариант из всех приведённых ниже:

Регулярное пространственное распределение особей в популяции животных может быть следствием....

- а) наличия механизмов, обеспечивающих случайное расселение потомков;
- б) наличия поведенческих механизмов, усложняющих возможность успешного поселения около уже обосновавшихся особей;
- в) высокой гомогенностью условий обитания;
- г) эволюционно выработавшегося механизма, затрудняющего поиск добычи специализированным хищником;
- д) случайным пространственным распределением объектов питания;
- е) необходимостью избегать высокой плотности из-за опасности возникновения дефицита пищи;
- ж) колониальной образы жизни.

Задача 4. В популяции разноногого рака в озёрах Западно-Сибирской равнины в течение года происходит трансформация половой структуры. В зимний период времени соотношение полов характеризуется цифрами 1: 1,4 (самцы: самки). В течение лета структура становится близкой к 1: 1, а сначала октября самки опять начинают преобладать над самцами. Предложите гипотезу, объясняющую данное явление. Какую роль оно играет в поддержании популяционного гомеостаза?

Задача 5. В пруду площадью 25 га при проведении исследований отловлено одной и той же сетью в первый раз 16 особей пеляди, а во второй раз – 21 особь, среди которых лишь две особи с меткой, поставленной при первом отлове и выпущенные обратно в пруд. Поддерживающая ёмкость среды пеляди в данном пруду – 520 особей. Можно ли провести дополнительное вселение молоди пеляди в данный пруд?

Задача 6. На северо-востоке Сибири обитают два вида крупных чаек – серебристая и розовая. Их условия обитания и характер питания сходны, однако в данном случае конкуренции между ними не существует. Объясните причины сосуществования без конкуренции на одной территории популяций этих видов.

Задача 7. Бактерии делятся в среднем каждые 20 минут. Подсчитайте численность популяции бактерий, образующихся из одной клетки, через час, два часа, три часа, шесть часов.

Задача 8. В зоне южной тайги Урала обитают популяции полевой мыши. Обычно в популяциях отмечается пять генераций. Особи первой и второй генераций – это появляющийся, соответственно, в мае и июне приплод перезимовавших особей. Третья генерация появляется в июле от особей первой генерации. Четвёртая состоит полностью из потомков родившихся в этом году особей и зависит от численности первой и второй генераций. Пятая генерация появляется в конце августа – начале сентября и состоит из потомков второй, третьей и четвёртой генераций, достигших половой зрелости. Эта генерация даёт потомство только весной будущего года и является основой нового цикла размножения популяции. Особи летних генераций, как правило, не переживают зиму и погибают в течение лета. К ноябрю особей этих генераций в популяции практически нет. Взрослые особи, пережившие зиму, дают не более двух помётов и погибают до августа. На рисунке 4 показана динамика численности грызунов в популяции полевой мыши.

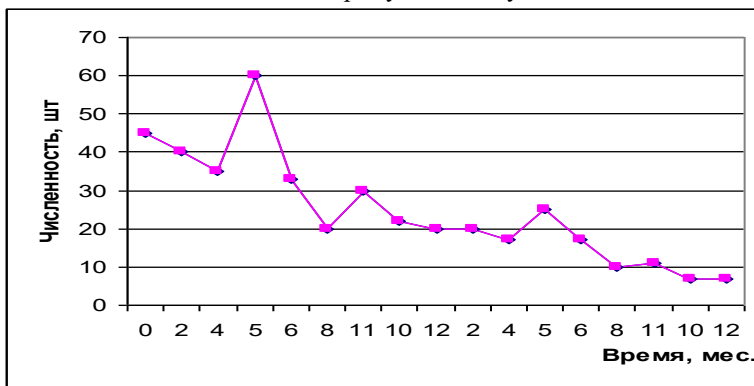


Рис. 4. Динамика численности популяции полевой мыши

Как будет выглядеть график, если в популяции в апреле дополнительно появится ещё одна генерация? Каков будет график, если это произойдёт в октябре? Кратко объясните почему?

Задание 5. Изучив имеющийся материал по данной теме, дополните утверждения, выбрав один правильный вариант из всех приведённых ниже:

Регулярная пространственная структура популяции куницы объясняется.....

- а)** сроками размножения;
- б)** поведенческими реакциями популяций жертв (мелкие птицы, грызуны);
- в)** эффектом группы;
- г)** большой однородностью местообитания;
- д)** поведенческими реакциями особей собственной популяции;
- е)** возможным возникновением стрессовой ситуации при ограничении по источникам питания;
- ж)** высокой выживаемостью потомства.

Задача 9. В почве число дождевых червей, обнаруженных на восьми учетных площадках размером 50×50 см² каждая составляла 80 особей. После применения гербицида сделали учет на десяти таких же и обнаружили в сумме 25 червей. Какова плотность популяции в расчете на 1 м² до и после использования гербицида?

Задача 10. В лесу ученые равномерно расставили ловушки на зайцев-беляков. Всего было помечено 50 зверьков. Их поместили и отпустили. Через неделю отлов повторили. Поймали 70 зайцев, из которых 20 были мечеными. Какова численность зайцев на исследуемой территории?

Задача 11 На рыбоводном заводе разводят рачков дафний, предназначенных на корм рыбам. При изначальной посадке 10 г взрослых дафний на 1 м³ воды получают средний «урожай» 56 г за сутки. Каждая дафния в благоприятных условиях могла бы ежедневно давать в среднем 40 особей нового поколения. Средний вес одной дафнии равен 2 г. Рассчитайте, на сколько завод мог бы повысить производительность, если бы создал условия для максимальной скорости размножения этих рачков. _____

Задание 6. Изучив имеющийся материал по данной теме, перечислите основные причины, от которых зависит возрастная структура популяции любого вида.

Задание 7. При росте плотности популяции любого вида наступает время, когда дальнейший прирост замедляется, а затем практически останавливается. Укажите факторы, которые обуславливают это явление.

Задание 8. Какая среда будет более емкой (прав. ответ подчеркните):

- а) для лося: лиственный лес, хвойный лес, поле, болото;
- б) для колорадского жука: хвойный лес, луг, картофельное поле, болото;
- в) для окуня: озеро, болото, подземный водоем;
- г) для рыжего таракана: лес, чистая комната, поле, кухня;
- д) для больших синиц: поле, озеро, лес, лес с кормушками;
- е) для пшеницы: орошаемое поле, лес, луг, пустошь, вырубка, поле;
- ж) для бобра: река, протекающая по степи, река, протекающая по еловому лесу, река, протекающая по осиновому лесу, река, протекающая по тундре.

Задача 12. Проанализировав данные таблицы 1, ответе на приведенные ниже вопросы.

1. -Запас травы на пастбище и ее скармливание коровами

Последовательность скармливания при выпасе	Количество доступной коровам травы, кг/га сухой массы	Количество травы, съеденной 1 коровой за сутки, кг	Изменение молочной продуктивности, %
Три первых дня	1165	14,5	100
Три последующих дня	535	9,0	91
Три последующих дня	275	4,5	85

Вопросы:

1. Остался ли на пастбище запас доступной животным травы?
2. Рационально ли продолжать пастьбу и почему?
3. Как правильно организовать пастьбу в целях поддержания максимальной молочной продуктивности животных?
4. Может ли пастьба травоядных стать причиной полного уничтожения надземной фитомассы кормовых растений? _____

Задача 13. Многие животные (вороны, синицы, волки) летом живут парами, а зимой образуют стаи. С чем это связано?

Задача 14. Назовите некоторые виды, избыточная численность которых нежелательна для человека.

Задание 9. Назовите тип биотических отношений:

- А) корова-человек _____
- Б) дятел-ель _____
- В) кишечная палочка-человек _____
- Г) рыба-прилипала-акула _____
- Д) тля-рыжий муравей _____
- Е) человек-комар _____
- Ж) лось-белка _____
- З) ель-гусеница сибирского шелкопряда _____
- И) волк-ворон _____

Задание 10. Составьте пары организмов, которые в природе могут конкурировать между собой (названия организмов использовать один раз): ель, волк, василек, гадюка, полевая мышь, олень европейский, пшеница, ворона, лисица, грач, хомяк, горностай, лось, береза.

Пример: гадюка-горноста́й

Контрольные вопросы

1. Что такое популяция?
2. Чем определяется величина ареала популяции?
3. Что такое численность и плотность популяции?
4. Что такое рождаемость и смертность популяции?
5. От чего зависит рост и кривые роста популяции?
6. Какие свойства популяции определяются особенностями её возрастного состава?
7. Какие свойства популяции определяются особенностями её возрастного состава?
8. Какова структура отношений внутри вида?

ЗАНЯТИЕ 3. ЭКОСИСТЕМА. ЕЁ ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И СВОЙСТВА

1. Структура и свойства природных экосистем.
2. Пищевые цепи и трофические уровни.
3. Динамика экосистем.

Цель работы: изучить структуру и свойства природных экосистем, взаимосвязь компонентов экосистем, пищевые цепи в различных биоценозах.

1. Структура и свойства природных экосистем

Живые организмы находятся между собой и абиотическими условиями среды обитания в определённых отношениях, образуя тем самым, так называемые, экологические системы. **Биоценоз** - совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории. Растительный компонент биоценоза называется **фитоценозом**, животный – **зооценозом**, микробный – **микробиоценозом**. Ведущим компонентом в биоценозе является фитоценоз. Он определяет каким будет зооценоз и микробиоценоз. **Биотоп** – определенная территория со свойственными ей абиотическими факторами среды обитания (климат, почва). **Биогеоценоз** – совокупность биоценоза и биотопа.

Экосистема – система живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ. Термин «экосистема» был предложен английским учёным а. Тенсли (1935), а термин «биогеоценоз» - российским учёным В.Н. Сукачёвым (19420).

Живые организмы определенным образом связаны друг с другом. Различают следующие типы связей между видами: трофические, топические, форические, фабрические. Наиболее важными являются трофические и топические связи, так как именно они удерживают организмы разных видов друг возле друга, объединяя их в сообщества.

2. Пищевые цепи и трофические уровни

Как правило, в любой экосистеме можно выделить три функциональные группы организмов: продуцентов, консументов и редуцентов.

Продуценты-автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических, используя фотосинтез или хемосинтез (растения и автотрофные бактерии).

Консументы (макроконсументы, фаготрофы) – гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или

других консументов (животные, гетеротрофные растения, некоторые микроорганизмы). Консументы бывают первого порядка (фитофаги, сапрофаги), второго порядка (зоофаги, некрофаги) и т.д.

Редуценты (микрoконсументы, деструкторы, сапротрофы, осмотрoфы) – гетеротрофные организмы, питающиеся органическими остатками и разлагающие их до минеральных веществ (сапротрофные бактерии, грибы).

Питаясь друг другом, живые организмы образуют цепи питания.

Цепь питания – последовательность организмов, по которой передаётся энергия, заключённая в виде пищи, от её первоначального источника. Каждое звено цепи называется **трофическим уровнем**.

Различают два вида пищевых цепей: **цепь выедания** (или пастбищная) -пищевая цепь, начинающаяся с живых фотосинтезирующих организмов; **цепь разложения** (или детритная) пищевая цепь, начинающаяся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных. В сообществах пищевые цепи сложным образом переплетаются и образуют **пищевые сети**.

Задание 1:

В хозяйстве вырыли котлован и заполнили его водой. Можно ли сразу же поселить в нем рыб и без подкормки ждать роста их численности? Ответ обоснуйте.

Ответ:

Задание 2:

Вставьте пропущенные слова в предложения.

Комплекс совместно обитающих и связанных между собой видов называют _____ . Положение, которое занимает вид в биоценозе, называют _____ . Совместно живущие виды могут иметь частично перекрывающиеся _____ , однако полностью они никогда не совпадают, так как при этом вступает в силу закон _____ и один вид вытесняет другой _____ из _____ .

Задание 3:

Иногда можно услышать вопрос: «Неужели современная наука и техника не могут найти средств для полного уничтожения комаров, ведь они приносят столько неприятностей людям и домашним животным?» Представьте, что такое средство найдено. Правильно ли поступит человек, если воспользуется им? Объясните почему.

Ответ:

Задание 4:

Выберите из предложенного списка названия животных, которых можно отнести к консументам второго порядка: серая крыса, слон, тигр, дизентерийная амеба, скорпион, паук, волк, кролик, мышь, саранча, ястреб, морская свинка, крокодил, гусь, лисица, окунь, антилопа, кобра, степная черепаха, виноградная улитка, дельфин, колорадский жук, бычий цепень, кенгуру, божья коровка, белый медведь, медоносная пчела, кровососущий комар, стрекоза, яблонева плодоярка, тля, серая акула.

Правильные на ваш взгляд ответы подчеркните.

Задание 5:

Из перечисленных названий организмов выберите продуцентов, консументов и редуцентов: медведь, бык, дуб, белка, подосиновик, шиповник, скумбрия, жаба, ленточный червь, гнилостные бактерии, баобаб, капуста, кактус, пеницилл, дрожжи.

Продуценты:

Консументы:

Редуценты:

Задание 6:

Выяснилось, что в прудах-охладителях при тепловых электростанциях экономически выгодно содержать растительноядных рыб. Объясните почему.

Ответ:

Задание 7:

Подчеркните правильно составленную пастбищную цепь питания:

- А) леопард – газель – трава
- Б) клевер – заяц – орел – лягушка
- В) перегной – дождевой червь – землеройка – горностай
- Г) трава – зеленый кузнечик – лягушка – уж

Задание 8. Вставьте названия организмов, подходящих для данных пищевых цепей:

- А) нектар цветов _____ муха - _____ синица -
- Б) древесина - _____ - дятел
- В) листья - _____ - кукушка
- Г) семена - _____ - гадюка – аист
- Д) трава – кузнечик - ____ - уж - _____

Задание 9. Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг (пищевая цепь: трава – заяц – орел). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Решение:

Ответ: _____

Задание 10. Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один медведь весом 300 кг (пищевая цепь: фитопланктон – зоопланктон – мелкие рыбы – лосось – медведь). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Решение:

Ответ: _____

Задание 11. Вес самки одного из видов летучих мышей, питающихся насекомыми, не превышает 5 г. Вес каждого из двух ее новорожденных детенышей – 1г. За месяц выкармливания детенышей молоком вес каждого из них достигает 4,5 г. На основании правила экологической пирамиды определите, какую массу насекомых должна потребить самка за это время, чтобы выкормить свое потомство. Чему равна масса растений, сохраняющаяся за счет истребления самкой растительных насекомых?

Решение:

Ответ _____

Задание 11. Нередко использование химических препаратов (пестицидов) против сельскохозяйственных вредителей вызывает на следующий год еще большую вспышку их численности. С чем это связано?

Ответ:

Задание 12. Пастбищная емкость – это максимальное количество животных, которое можно выпасать на одном гектаре в течение года без отрицательных последствий для экосистемы. Этот показатель различен для каждого климатического пояса в каждом регионе. Ответьте, к чему может привести несоблюдение параметров пастбищной емкости. Чем опасен выпас скота в степи ранней весной?

Ответ:

Задание 13. Перечислите агроэкосистемы, которые встречаются в вашей местности.

Ответ:

Задание 14. Как называются вещества, используемые в сельском хозяйстве для уничтожения насекомых?

Ответ:

Задание 15. Для того чтобы выжить, серой жабе необходимо

съесть в день 5 г слизи, вредителей сельскохозяйственных культур. На площади 1 га обитает 10 жаб. Рассчитайте массу вредителей, которых уничтожают жабы на поле площадью 10 га за теплое время года (с мая по конец сентября, за 150 дней).

Решение:

Ответ: _____

Задание 16. Укажите, в каком биоценозе разнообразие птиц выше:

- А) в лесу с развитым подростом и подлеском;
- Б) в лесу без подростка и подлеска.

Объясните свой выбор.

Ответ:

Задание 17. Какие полезные ископаемые являются продуктами жизнедеятельности организмов в прошлом? Приведите не менее 7 примеров.

Ответ:

Задача 1.

Рассчитайте индекс сходства двух фитоценозов (К) (растительных компонентов биоценозов), используя формулу Жаккара:

$$K = C * 100\% / (A + B) - C;$$

где А — число видов данной группы в первом сообществе,

В — во втором, **С** — число видов, общих для обоих сообществ.

Индекс выражается в процентах сходства.

Первый фитоценоз — это сосняк-черничник: сосна обыкновенная, черника, брусника, блестящий зеленый мох, майник двулистный, седмичник европейский, ландыш майский, гудиера ползучая, грушанка круглолистная.

Второй фитоценоз — это сосняк — брусничник-зеленомошник: сосна обыкновенная, брусника, блестящий зеленый мох, ландыш майский, грушанка средняя, зимолюбка, вереск обыкновенный, кукушник, плаун булавовидный.

Задача 2. Рассчитайте индекс сходства двух фитоценозов (растительных компонентов биоценозов), используя формулу Жаккара (см. предыдущее задание). Первый располагается в заповеднике, другой в соседнем лесу, где отдыхают люди.

Список видов первого фитоценоза: дуб черешчатый, липа, лещина, осока волосистая, мужской папоротник, подмаренник Шульцеса, сныть обыкновенная.

Список видов нарушенного фитоценоза: дуб черешчатый, яблоня домашняя, липа, одуванчик лекарственный, подорожник большой, осока волосистая, земляника лесная, сныть обыкновенная, крапива двудомная, горец птичий, лопух большой, череда.

Выпишите названия видов, которые исчезли из сообщества дубравы под действием вытаптывания. Выпишите названия видов, которые появились в дубраве благодаря вытаптыванию и другим процессам, сопутствующим отдыху людей в лесу.

Задание 18. Рассмотрите рисунок 5. Какой трофический уровень занимает каждый изображённый организм ?

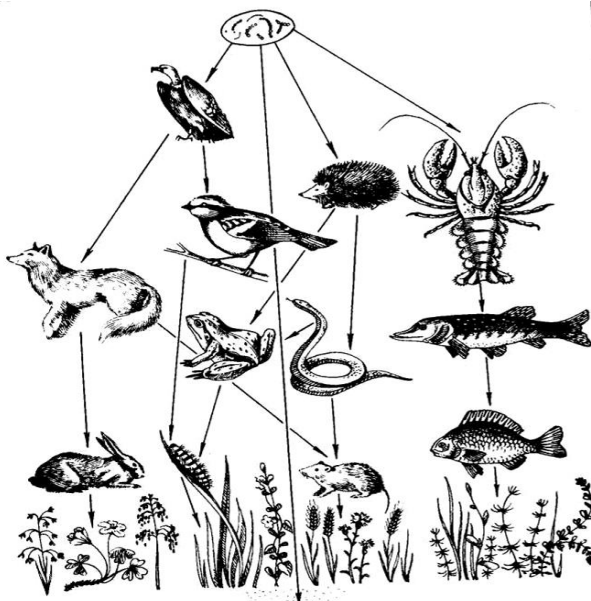


Рис. 5. Трофические - пищевые связи между организмами

Задание 19 Постройте схему пищевой сети, включив в нее перечисленные ниже организмы: травы, кролик, почвенные грибы, ягодный кустарник, жук-навозник, растительноядное насекомое, паук, воробей, ястреб.

Задание 20. Постройте схему пищевой сети, включив в нее перечисленных ниже организмы: волк, лисица, сова-неясыть, уж обыкновенный, ястреб, травяная лягушка, заяц, полевка, тля, паук, божья коровка, дуб (с семенами, листьями, корой и древесиной), медунца, мухоловка, короед, дятел, муха-журчалка.

Задание 21. Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг (пищевая цепь: трава — заяц — орел). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

Задание 22. Зная правило десяти процентов, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один медведь весом 300 кг (пищевая цепь: фитопланктон — зоопланктон — мелкие рыбы — лосось — медведь). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

3. Динамика экосистем

Изменения в сообществах могут быть циклическими и поступательными.

Циклические изменения – периодические изменения в биоценозе (суточные, сезонные, многолетние), при которых биоценоз возвращается к исходному состоянию.

Поступательные изменения – изменения в биоценозе, в конечном счёте, приводящие к смене этого сообщества другим. ***Сукцессия*** – последовательная смена биоценозов (экосистем), выраженная в изменении видового состава и структуры сообщества. Последовательный ряд сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется ***сукцессионной серией***. К сукцессиям относятся опустынивание степей, зарастание озёр и образование болот и др.

В зависимости от причин, вызывающих смену биоценоза, сукцессии делят на природные и антропогенные, аутогенные и аллогенные.

Природные сукцессии происходят под действием естественных причин, не связанных с деятельностью человека. Антропогенные сук-

цессии обусловлены деятельностью человека.

Аутогенные сукцессии (самозарождающиеся) возникают вследствие внутренних причин (изменения среды под действием сообщества). **Аллогенные сукцессии** (порождённые извне) вызваны внешними причинами (например, изменение климата).

В зависимости от первоначального состояния субстрата, на котором развивается сукцессия, различают первичные и вторичные сукцессии. **Первичные сукцессии** развиваются на субстрате, не занятом живыми организмами (на скалах, обрывах, сыпучих песках, в новых водоёмах и т.д.). **Вторичные сукцессии** происходят на месте уже существующих биоценозов после их нарушения (в результате вырубки, пожара, вспашки, извержения вулкана и т.д.).

В своём развитии экосистема стремится к устойчивому состоянию. Сукцессионные изменения происходят до тех пор, пока не сформируется стабильная экосистема, производящая максимальную биомассу на единицу энергетического потока. Сообщество, находящееся в равновесии с окружающей средой, называется **климаксным**.

Задание № 23. В экосистеме солоноватого озера в конце июня – начале июля наблюдается массовое размножение (цветение) сине-зелёных водорослей. Предложите гипотезу, объясняющую время наступления данного явления с использованием характеристик абиотических и биотических условий, особенностей популяционной динамики. Предложите схему, отражающую влияние «цветения» водоёма на биологические компоненты экосистемы.

Задание №24. Предложите схему вторичной пирогенной сукцессии на месте экосистемы берёзового леса. Как будут меняться вертикальная структура и выровненность биоценоза в пределах экосистемы на протяжении сукцессионного ряда?

Задание № 25. Составьте схему вторичной аутогенной сукцессии любой выбранной вами экосистемы. Объясните её механизм на приведённом вами примере.

Задание № 26. Дикие олени карибу на Аляске в естественных условиях сами переходят на пастбище, поэтому эскимосы не имеют навыков пастыбы. При переселении на Аляску северного оленя из Лапландии удачной адаптации не произошло. Каковы экологические последствия этой интродукции? Составьте схему трофической цепи на Аляске и на её примере объясните возможный экологический механизм последствий. Какой тип сукцессии иллюстрирует данный пример?

Контрольные вопросы

1. Агроэкосистемы: типы, формы, структура и функции.
2. Воздействие агроэкосистем на компоненты биосферы.
3. Классификация и краткая характеристика экосистем (по Одуму).
4. Консументы и их роль в экосистеме. Пищевые связи.
5. Отличительные особенности естественных экосистем от агро-экосистем.
6. Отношения организмов в биоценозе: трофические, топические, форические и фабрические связи.
7. Пищевые цепи и трофические уровни.
8. Понятие о биоценозе: состав и структура.
9. Поток энергии в экосистемах.
10. Продуктивность экосистем.
11. Продуценты и их роль в экосистеме.
12. Структура экосистемы.
13. Трофическая структура и экологические пирамиды.

ЗАНЯТИЕ 4. БИОСФЕРА И МЕСТО В НЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

1. Биосфера.

2. Ноосфера.

Цель работы: Сформировать у студентов знания о структуре биосферы, об эволюции Земли, о роли живого вещества на планете, о непрерывности развития биосферы.

1. Биосфера

Элементами (функциональными единицами) биосферы являются экосистемы. Экосистема представляет собой совокупность различных видов животных, растений, микроорганизмов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей средой таким образом, что может сохраняться неопределенно долгое время. Люди вместе со своими культурными растениями и домашними животными также образуют группировки организмов, взаимодействующих между собой и со средой. Это тоже экосистемы, но искусственные: агроэкосистемы, урбоэкосистемы.

Все живые существа, в том числе и человечество, зависят от целостности биосферы. Вследствие слишком сильного изменения любой из составляющих биосферу элементов может полностью разрушиться. Возможно, при этом атмосфера, гидросфера и литосфера в каком-то виде сохранятся, но в их взаимоотношениях уже не будут участвовать живые существа. Угрожает ли человеческая цивилизация биосфере?

Только глубокие знания о живых и неживых компонентах биосферы, об их взаимодействиях, поддерживающих существование биосферы как единого целого позволяют параллельно эволюционировать обществу и природе.

Задание 1. Обоснуйте границы биосферы в пределах атмосферы, гидросферы, литосферы.

Задание 2. Раскройте главные закономерности эволюции биосферы, придерживаясь схемы описания этапов, показанных в таблице:

Этап	Процессы на Земле	Сущность процессов, их последствия	Геологический период (сроки)
1. Добиотическая эволюция	Образование планеты Земля. Возникновение атмосферы. Образование органических веществ.		
2. Биотическая эволюция	Появление круговорота органических веществ Возникновение жизни. Появление отосинтезирующих растений и т.д.		

Задание 3. Каким образом живое вещество обеспечивает механизм устойчивого функционирования биосферы?

СОВРЕМЕННАЯ БИОСФЕРА

К современной биосфере относится вся совокупность живых организмов и все вещества литосферы, гидросферы и атмосферы, управляемые живыми организмами через осуществляемые ими продуцирование, потребление трансформацию. Такое понимание совпадает с понятием «экосфера» – планетарная совокупность современных экосистем. Автор термина Л. Кол определил его как «совокупность всего живого на Земле, включая его окружение и ресурсы». Значит ли это, что экосфера охватывает человека вместе со сферой его хозяйственной деятельности? Именно человечество (в особенности – продукты его производства и потребления, отходы) все более существенно влияют на биогеохимический круговорот веществ: в биосферу попадают ксенобиотики (чуждые природе вещества), которые никогда раньше там не встречались, т.к. были захоронены (депонированы).

Задание 4. Выберите правильные утверждения:

1) место планеты Земля в иерархической организации Вселенной: Вселенная (метagalактика) – галактика Млечный путь – Солнечная система – Земля;

2) около 3,5–4 млрд лет назад, когда жизнь на Земле начала зарождаться, существовали атмосфера, гидросфера, почва;

3) энергия, заключенная в нефти, угле, торфе – это энергия Солнца, запасенная растениями;

4) кислород в атмосфере появился в результате разложения воды;

5) благодаря биологическому круговороту веществ биосфера обеспечивает стабильные условия существования всех видов организмов, включая человека;

6) почву В.И. Вернадский назвал биокосным веществом, так как она состоит из минеральных компонентов, органических соединений и

живых организмов;

7) почва была сформирована после заселения суши живыми организмами;

8) живые организмы не играют значительной роли в разрушении горных пород и растительных остатков.

Задание 5. В.И. Вернадский в своих книгах мечтал об автотрофности человечества. Что, по вашему мнению, он имел в виду? Ведь мы понимаем, что человек не способен осуществлять фотосинтез и хемосинтез. Каковы современные философские воззрения на автотрофность человека?

Задание 6. Экосистемам и биосфере, как глобальной экосистеме, присуще такое свойство, как эмерджентность. Выберите правильное определение закона эмерджентности:

а) Слагаемые целого не оказывают на его свойства никакого влияния.

б) Целое имеет особые свойства, отсутствующие у его частей.

в) Целое есть сумма слагающих его составных частей.

Планета Земля существовала по законам физики и химии, пока на ней не появились живые организмы, которые внесли в мир биологические закономерности существования и развития. Возникли новые потоки вещества и энергии. Круговороты химических элементов и энергетические процессы еще сильнее изменились с появлением человека и особенно, когда значительно увеличилось количество людей на планете и получили развитие промышленность, транспорт, сельское хозяйство.

По словам создателя учения о биосфере В.И. Вернадского, с появлением человека начинается новая – «психозойская» эра, так как он оказывает все возрастающее воздействие на геологические процессы, создавая измененные экологические условия. Новые условия зачастую значительно отличаются от тех, по отношению к которым выработался комплекс защитно-компенсаторных реакций, обеспечивающий жизнь на Земле в привычных для нас формах. Индустриализация с каждым годом все более ускоряет и усиливает влияние человека на биосферу. В результате атмосферный воздух, природные воды, плодородные почвы, лесные массивы, флора, фауна, находящиеся в сложнейших взаимоотношениях друг с другом, подвергаются разрушительному воздействию.

Естественные экосистемы все больше заменяются искусствен-

ными, упрощенными экосистемами цивилизации (городами, промышленными предприятиями, сельскохозяйственными угодьями, водохранилищами и т.п.). Чем больше увеличиваются производственно-технические возможности человечества, тем опаснее становятся одновременно возникающие изменения в биосфере.

Задание 7. К процессам, происходящим в биосфере, часто применяют принцип Ле Шателье – Брауна, известный вам из курса химии, для объяснения причины поддержания в биосфере уравновешенного динамического состояния. Всеобщая связь явлений ведет к тому, что каждое изменение в биосфере может повлечь за собой другие, часто совсем неожиданные последствия. С помощью рис. 6 изобразите схему взаимодействий между компонентами окружающей среды, процессами и явлениями. Стрелками и пунктирными линиями обозначьте прямые и обратные связи, последствия и другие взаимодействия и ответные реакции природных объектов.



Рис. 6. Всеобщая связь природных явлений и антропогенных воздействий

НООСФЕРА

4,5 млрд лет эволюции привели нашу планету к главной вершине – возникновению разума, и теперь разум становится главным фактором, определяющим весь ход дальнейшей эволюции Земли. Понятие «ноосфера» относительно новое, оно не получило окончательно общепринятого смыслового значения. В настоящее время можно выделить три истолкования термина «ноосфера»:

1. Понятие «ноосфера» как «мыслящий слой Земли» введено французским философом и антропологом Пьером Тейяром де Шарденом в 1925 г., очевидно, под влиянием идей В.И. Вернадского о биосфере. В период 1922–1923 гг. Вернадский читал цикл лекций по биосфере в Сорбонне (Парижском университете), и Тейяром де Шарден был хорошо знаком с русским ученым.

2. В.И. Вернадский, заимствовав удачный термин, придал ему другой смысл. Он подразумевал под ноосферой часть биосферы, преобразованную научным творчеством человека.

3. В конце XX столетия ноосфера рассматривается не как земная оболочка, а как все пространство, в той или иной степени охваченное действием человеческого разума. К ноосфере относят и ту область космического пространства, которая к настоящему времени достигнута космическими кораблями.

В.И. Вернадский показал, что весь ход развития биосферы вел к развитию разума. Он считал, что появление сознания – показатель формирования новой планетарной структуры, новой геосферы – сферы разума. В.И. Вернадский писал: «Все страхи и рассуждения... о возможности гибели цивилизации связаны с недооценкой силы и глубины геологических процессов, каким является происходящий ныне, нами переживаемый, переход биосферы в ноосферу».

Задание 8. Ноосфера (в дословном переводе - сфера разума) - высшая стадия развития биосферы. Это сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором развития. В.И. Вернадский, выявив геологическую и планетарную роли живого вещества, выделил человека как мощную геологическую силу. Ученый писал, что становление ноосферы «есть не случайное явление на нашей планете», а «природное явление», ведь человек изменил «вечный бег геохимических циклов». По каким признакам, по мнению В.И. Вернадского, можно судить о переходе биосферы в ноосферу? Для ответа на этот вопрос используйте доступные информационные источники.

Задание 9. Месторождения свинца, ртути, урана, каменного угля, нефти, газа образовались в далеком геологическом прошлом. Они никогда не участвовали в естественном биосферном круговороте, однако после того, как были вовлечены человеком в хозяйственную деятельность, оказались включенными в биогеохимический круговорот Земли. Проанализируйте, чем обусловлена потребность человечества в этих полезных ископаемых, на какой приблизительно срок их хватит, какое количество отходов образуется при их добыче, переработке, транспортировке и оцените опасность при вовлечении соединений свинца, ртути, урана, углерода в биосферные круговороты.

Задание 10. Пути спасения и развития человечества в условиях планетарного экологического кризиса рассматриваются учеными - футурологами в нескольких вариантах:

а) ученые уже в ближайшее время изобретут новые способы получения дешевой энергии и придумают долговечные супер-материалы, на производство которых не потребуются невозобновляемые ресурсы, а потому не следует их экономить сейчас;

б) полезные ископаемые тратятся, а окружающая среда загрязняется так стремительно, что нет никакой надежды на выживание человечества в условиях надвигающегося глобального экологического кризиса, ведь крупный бизнес, от власти которого зависят все, никогда не захочет снизить прибыль, что неизбежно при организации серьезных природоохранных мероприятий;

в) человеческая цивилизация сохранится, если поколениям, которые придут после нас, достанется «живая» планета и достаточное количество ресурсов, но для этого необходима гармонизация взаимоотношений человека и природы, создание общества устойчивого развития, т. е. такого, которое равномерно увеличивает благосостояние людей, не разрушая окружающей среды.

Какой из вариантов кажется вам наиболее реалистичным? Ответ обоснуйте.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается производство продукции в биосфере естественной экосистемой от производственной деятельности, осуществляемой человеком в агроэкосистеме?

2. Организмы растений, животных и человека на 50–95 % состоят из воды и включают около 70 химических элементов. Как это связано с концентрационной функцией живого вещества в биосфере?

3. Атмосфера, гидросфера и литосфера связаны между собой и взаимодействуют через:

а) почву; б) вихри воздуха; в) потоки воды; г) биосферу.

4. Какие атмосферные газы имеют преимущественно биогенное происхождение:

а) кислород; б) водород; в) озон; г) гелий; д) азот; е) аргон; ж) углекислый газ; з) оксиды серы; и) оксиды азота.

5. Человек должен перейти от позиции антропоцентризма к биоцентризму (экоцентризму), поскольку он – часть биосферы, которая формирует такие условия его жизни, как:

а) сила тяготения Земли, чистая вода, озоновый экран;

б) кислород атмосферы, магнитное поле Земли, плодородная почва;

в) плодородная почва, чистая вода, пригодный для дыхания атмосферный воздух;

г) плодородная почва, чистая вода, благоприятный климат, гравитация.

6. Биологический (малый) круговорот является функцией:

а) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;

б) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;

в) сообщества продуцентов и консументов;

г) сообщества производителей, потребителей и разрушителей органических веществ.

7. В загрязненной пестицидами экосистеме луга вредные вещества накапливаются в наибольшем количестве в организмах:

а) растений; б) травоядных животных; в) хищников; г) насекомых-опылителей.

8. В живом веществе биосферы Земли в наибольшем количестве присутствуют:

а) углерод, водород, кальций, фосфор;

б) углерод, азот, кислород, водород;

в) углерод, азот, кислород, калий;

г) углерод, озон, водород, фосфор.

9. Какое развитие человечества можно считать устойчивым:

а) такое, при котором общество развивается, но не разрушает своей природной основы;

б) такое, при котором приоритетны интересы экономического развития;

в) такое, при котором главенствует решение экологических проблем;

г) такое, при котором удовлетворяются потребности нынешнего поколения людей, но лишаются такой возможности будущие поколения.

ЗАНЯТИЕ 5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Ухудшение состояния окружающей природной среды в процессе взаимоотношения человеческого общества и природы вызывает необходимость рационализации природопользования и охраны природы.

Природопользование (как практическая деятельность человека) - использование природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. **природопользование (как наука)** - область знаний, разрабатывающая принципы рационального (разумного) природопользования.

Рациональное природопользование – хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и условий, их охрану и воспроизводство с учётом не только настоящих, но и будущих интересов общества. Нерациональное природопользование ведёт к истощению (и даже исчезновению) природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных систем, то есть к экологическому кризису или катастрофе.

Охрана окружающей среды – система международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, и улучшение состояния природной среды в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей как существующих, так и будущих поколений людей.

Задание № 1. Выберите из предложенного списка **исчерпаемые невозобновимые** ресурсы: рыбы, растения, энергия морских приливов, энергия ветра, уголь, атмосферный воздух, птицы, нефть, воды океанов, пресные воды, железосодержащие руды, почва, солнечная энергия, медный колчедан, полиметаллические руды, природный газ, поваренная соль, леса, солнечный свет, млекопитающие, торф, жемчуг. Правильные на ваш взгляд ответы подчеркните.

Задание № 2. Объясните, почему ученые-экологи считают, что люди, экономно расходующие воду, электроэнергию, газ, пищу, предметы обихода, реально охраняют природу.

Ответ:

Задание № 3. Назовите газ атмосферы Земли, доля которого увеличивается вследствие деятельности человека. _____

Задание № 4. Доля какого газа атмосферы по вине человека уменьшается? _____

Задание № 5. Объясните, почему в черте города заболеваемость деревьев выше, а продолжительность их жизни меньше, чем в близлежащей сельской местности.

Ответ:

Задание № 6. Объясните, почему в крупных городах главные автомобильные магистрали необходимо проектировать параллельно, а не поперек направлению основных ветров.

Ответ:

Задание № 7 Расшифруйте аббревиатуры:

ПАВ - _____

СМС - _____

ГЭС - _____

АЭС - _____

Задание № 8. Перечислите отрасли хозяйства – потребители пресной воды.

Ответ:

Задание № 9. Ежегодно вследствие аварий на нефтепроводах и танкерах, промышленных и транспортных выбросов, мойки автомашин, судов, цистерн и трюмов танкеров в Мировой океан попадает 14 млн т нефти. Один грамм нефти или нефтепродуктов способен образовать пленку на площади 10 м^2 водной поверхности. Определите площадь ежегодного загрязнения мировых водоемов.

Решение:

Ответ: _____

Задание № 10. Укажите, где накапливаются уносимые с полей химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве.

Ответ:

Задание № 11. Человек забирает из водоемов много воды на хозяйственные нужды. Установлены допустимые нормы водозабора. Они составляют для реки $1/25$ часть годового речного стока. Из Волги на различные нужды хозяйства забирают $1/6$ часть годового речного стока. Рассчитайте, во сколько раз превышает норму водозабор воды из Волги. К каким последствиям это приводит?

Решение:

Ответ: _____

Задание № 12. Объясните, почему на реках, вдоль которых вырублен лес, уровень воды непостоянен.

Ответ:

Контрольные вопросы

1. В чём заключаются особенности антропогенного воздействия на природу?
2. Какова экологическая ситуация в мире?
3. Какова экологическая ситуация в России?
4. Назовите принципы и правила охраны природы.
5. Как проявляется Влияние НТР на окружающую среду?
6. Назовите проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов.
7. Перечислите основные задачи мониторинга окружающей среды.

ЗАНЯТИЕ 6. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Атмосферный воздух является одним из основных компонентов окружающей среды.

Атмосфера — газообразная оболочка Земли, включающая смесь различных газов, водяных паров и пылевых (аэрозольных) частиц; обычно делится на тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу. В биосферу Земли входит тропосфера - надземная и подземная. Современная атмосфера в значительной степени является продуктом живого вещества биосферы.

Атмосферный воздух является той естественной средой, которая непосредственно и постоянно окружает человека. Он выполняет важнейшие *экологические, геологические, терморегулирующие, защитные, энергоресурсные, хозяйственные* функции и оказывает воздействие на здоровье и трудоспособность людей, жизнедеятельность растительного и животного мира, на климат планеты, состояние и сохранность материальных ценностей. Воздух - незаменимый компонент производственного процесса.

Состав чистого атмосферного воздуха, %: азот - 78,08; кислород - 20,95; углекислый газ - 0,035; остальное - инертные газы (аргон, водород, неон, гелий, криптон, ксенон).

Научно-технический прогресс, индустриализация общества привели к **негативным изменениям качественного состава атмосферы**. Вследствие деятельности человека в атмосферу поступают углекислый газ, угарный газ, диоксид серы, метан, оксиды азота, хлорфторуглероды, различные углеводороды и другие загрязняющие вещества. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха рассматривают в настоящее время автомобильный транспорт и крупные промышленные предприятия. Особое внимание уделяется деятельности объектов жилищно-коммунального хозяйства, которые в холодное время года значительно увеличивают степень загрязнения атмосферного воздуха.

Такие изменения сопровождаются ростом загрязнения воздушного бассейна, угрозой истощения его кислородных ресурсов, нарушением защитных функций, выполняемых атмосферой, в результате разрушения озонового слоя; увеличением шума и вредных излучений, негативным воздействием на погоду и климат. В этих условиях важнейшей задачей является полный учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и оценка их воздействия на природную среду.

2. Критерии качества атмосферного воздуха и нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую воздействие физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир в различной степени, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

В качестве оценочного критерия качества атмосферного воздуха установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества.

ПДК - максимальная концентрация примесей в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия.

В нашей стране действуют утвержденные Госинспекцией ПДК вредных газов, паров и аэрозолей в воздухе рабочей зоны и ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест, для которых установлены две нормы — максимальная разовая (ПДК м.р.) и средне-суточная (ПДК с.с.). Основные термины и определения, касающиеся показателей загрязнения атмосферы, программ наблюдения, поведения примесей в атмосферном воздухе определены согласно ГОСТ 17.2.1.03-84 «Термины и определения контроля загрязнения» и ГОСТ 17.2.3.02-78 «Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».

ПДК м.р. — концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК с.с. - концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Именно ПДК с.с. может выступать в качестве «эталоны» для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне.

ПДК рабочей зоны - концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности (но не более 41 часа в неделю) на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования.

Рабочая зона - воздушное пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

► Наибольшая концентрация каждого вредного вещества в при-

земном слое воздуха населенных мест не должна превышать ПДК м.р.

► При одновременном присутствии в атмосфере нескольких вредных веществ, обладающих однонаправленным действием (эффектом суммации, например, SO_2 и NO_2), их безразмерная концентрация (X) должна удовлетворять условию:

$$X = C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1, \text{ где}$$

$C_1, C_2 \dots C_n$ - концентрации вредных веществ в одной и той же точке местности, мг/м^3 ;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_n$ - допустимые максимальные разовые концентрации тех же веществ.

В зонах санитарной охраны курортов, местах размещения крупных санаториев и домов отдыха, зонах отдыха городов показатель X должен быть $\leq 0,8$.

Предельно допустимые концентрации некоторых загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов представлены в табл. 1.

1 - ПДК некоторых загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов, мг/м^3

Загрязняющие вещества	ПДК с.с.	ПДК м.р.	Класс опасности
<i>Основные</i>			
Твердые (пыль)	0,15	0,500	3
Диоксид серы	0,05	0,500	3
Диоксид азота	0,04	0,085	2
Оксид азота	0,06	0,400	3
Оксид углерода	3,00	5,000	4
<i>Специфические</i>			
Аммиак	0,04	0,20	4
Хлористый водород	0,20	0,20	2
Сероуглерод	0,005	0,03	2
Бенз(а)пирен	0,000001	-	1
Фенол	0,003	0,01	2
Формальдегид	0,003	0,035	2
Фтористый водород	0,005	0,02	2
Сероводород	-	0,008	2
Ртуть	0,0003	.	1
Свинец	0,0003	0,001	1
Никель	0,001	-	2
Мышьяк	0,003	0,003	2

Состояние атмосферного воздуха, загрязненного несколькими веществами оценивается также с помощью комплексного показателя - индекса загрязнения атмосферы (ИЗА).

ИЗА равен сумме нормированных по ПДК и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний различных веществ.

Комплексный ИЗА - Y_n , учитывающий n веществ, рассчитывается по формулам:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i \quad \text{и} \quad Y_i = \sum_{i=1}^n (Q_{cp.i} / ПДК_{с.с.i}) \cdot c_i, \text{ где}$$

Y_i - единичный индекс загрязнения;

$Q_{cp.i}$ - средняя концентрация i -го вещества в воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$ПДК_{с.с.i}$ - среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества в воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$;

c_i - безразмерная константа приведения степени вредности вещества к вредности диоксида серы.

В зависимости от класса опасности загрязнителя значения c_i равны: 1 класс - 1,7; 2 класс - 1,3; 3 класс - 1,0; 4 класс - 0,9;

n - число вредных веществ, учитываемых в комплексном ИЗА.

Для сопоставимости данных загрязненности атмосферы несколькими веществами в разных районах (города, области и т.д.) комплексные ИЗА должны быть рассчитаны для одинакового количества примесей (n). При составлении ежегодного списка регионов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы для расчета комплексного ИЗА (Y_n) используют наибольшие значения единичных индексов (Y_i) для пяти загрязняющих веществ.

Например, если в регионе N рассчитанные единичные Y_i по восьми вредным веществам равны: 1,2; 0,4; 2,3; 1,5; 2,5; 0,8; 1,9; 2,1; то комплексный ИЗА (Y_5) будет равен:

$$Y_5 = \sum_{i=1}^5 = 10,3 \text{ (т.е. сумма } 2,5; 2,3; 2,1; 1,9; 1,5).$$

Количественное ранжирование показателя ИЗА приведено в табл. 2.

2 - Критерии оценки состояния загрязнения атмосферы по комплексному индексу (ИЗА)

Показатель	Экологическое состояние атмосферы			
	экологическая норма (Н)	экологический риск (Р)	экологический кризис (К)	экологическое бедствие (Б)
ИЗА (<i>Yn</i>)	<5	5-8	8-15	>15

В целях улучшения состояния атмосферного воздуха, предотвращения и снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для каждого предприятия устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Предельно допустимый выброс является научно обоснованным нормативом, устанавливаемым для каждого конкретного источника загрязнения атмосферы. Он рассчитывается из условия, что выбросы загрязняющих веществ от данного источника и всей совокупности выбросов от рядом стоящих источников с учетом антропогенной нагрузки на территорию, их рассеивания и превращения в атмосфере, а также перспектив развития предприятий, *не создадут* приземных концентраций, *превышающих установленные нормативы* качества воздуха (ПДК м. р.).

Для одного или группы предприятий, расположенных в одном районе, *при невозможности* немедленного достижения ими значения ПДВ устанавливаются временно согласованные величины выбросов (ВСВ) на период выполнения мероприятий по снижению выбросов.

► **Для проектируемых и реконструируемых предприятий соблюдение ПДВ является обязательным условием.**

Порядок и методы установления ПДВ промышленных предприятий определяются соответствующими стандартами и другими нормативными документами.

Проект нормативов ПДВ является базовым документом для технического задания на осуществление мероприятий по уменьшению выбросов и должен содержать план по их снижению. Нормативы ПДВ *пересматриваются* в случае изменения мощности, технологии производства или режима работы предприятий, *но не реже одного раза в 5 лет.*

Задание:

► В воздухе населенного пункта, расположенного на расстоянии 1500 м от источника выбросов, обнаружено наличие сразу нескольких загрязняющих веществ в следующих концентрациях, мг/м³: диоксид серы - 0,75; хлористый водород - 0,22; формальдегид - 0,031; диоксид азота - 0,093; оксид углерода - 6,3; сероводород - 0,009; фто-

ристый водород - 0,02. Дайте экологическую оценку состояния приземного слоя атмосферы населенного пункта. Соблюдаются ли нормативы ПДК м.р. загрязняющих веществ? Предложите систему воздухоохраных мероприятий, необходимых провести на предприятии с данным источником загрязнения.

► В одном из городов ежегодно измеряются концентрации восьми вредных веществ в воздухе: двуокиси азота, окиси углерода, пыли, двуокиси серы, бенз(а)пирена, сероводорода, свинца, фенола. В текущем году средние концентрации этих веществ в воздухе соответственно равны, мг/м³: 0,05; 3,1; 0,25; 0,06; 0,0000018; 0,0074; 0,00035; 0,005. Оценить степень загрязнения атмосферного воздуха в городе по комплексному показателю ИЗА.

3. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере

Одним из путей достижения установленных нормативов качества в приземном слое воздушной среды в районах расположения промышленных предприятий является выброс вредных примесей через *высокие трубы* с целью создания условий их эффективного рассеивания.

С увеличением *высоты* и *скорости выброса* эффективность рассеивания увеличивается, а концентрация примесей в приземном слое уменьшается. Поэтому трубы строят как можно выше (для ТЭС — 180-250 м и выше). Для повышения скорости истечения газов из устья трубы применяют факельный способ выброса, который предусматривает наличие на конце трубы *конфузора* с направляющей насадкой для увеличения дальности выходящей струи.

► Выбросы рекомендуется делать на *эффективную высоту* (Нэ), которую можно найти по формуле:

$$H_{\text{э}} = H_{\text{тр}} + \Delta H, \text{ где}$$

$H_{\text{тр}}$ - высота трубы от поверхности земли,

ΔH - высота подъема струи загрязненного воздуха над устьем трубы или факельной насадки.

Величину ΔH находят из выражения:

$$\Delta H = 1,24 w_o \Delta T D^2 / (U^3 T_в), \text{ где}$$

w_o - начальная скорость газовоздушной смеси в устьев трубы, м/с

ΔT - разница в температуре газов и атмосферного воздуха, °C

D - диаметр устья трубы, м

U - скорость ветра, м/с,

$T_в$ - температура атмосферного воздуха, °C/

Если выбросы холодные ($\Delta T = T_г - T_в = 0$, где $T_г$ - температура газов, °C), то величину ΔH определяют по выражению:

$$\Delta H = 4,77 \sqrt{V} * w / (1 + 0,43 U/w), \text{ где}$$

v - количество газовоздушной смеси, выбрасываемой в атмосферу, м³/с.

► С целью обеспечения чистоты воздуха жилых районов, выброс основных количеств вредных веществ предприятиями, расположенными на расстоянии от источников выброса до жилых домов не более 5 Нзд (Нзд - средняя высота зданий и сооружений предприятия), рекомендуется осуществлять на высоту не менее 2,5 Нзд.

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу из труб, переносятся и рассеиваются в ней по-разному в зависимости от метеорологических условий: они могут осаждаться на поверхности земли, растительности, воды, вымываться из атмосферы дождями или улетучиваться в космическое пространство.

На процесс рассеивания выбросов влияют следующие факторы:

- состояние атмосферы;
- рельеф местности и характер расположения на ней предприятий;
- высота, размеры производственных зданий, их взаимное расположение;
- высота трубы;
- скорость газа в трубе, его температура и плотность;
- агрегатное состояние загрязняющих веществ и др.

Горизонтальное перемещение примесей определяется в основном скоростью ветра, а вертикальное - распределением температуры воздуха в вертикальном направлении вблизи трубы.

К метеорологическим факторам относят: скорость ветра, температурную стратификацию, влажность воздуха, атмосферное давление. Наибольшее значение имеют данные об изменении метеоусловий в при-

земном слое воздуха до высоты 50-250 м над поверхностью земли.

Установлено, что наибольшие загрязнения воздуха наблюдаются только при слабых ветрах (в пределах 0-1 м/с) от низких источников. При выбросах из высоких источников максимальные концентрации загрязнения наблюдаются при опасных скоростях движения ветра в пределах 1-7 м/с в зависимости от скорости выхода газозвдушной смеси из устья источника.

Рельеф местности, даже при наличии сравнительно невысоких возвышенностей, существенно изменяет микроклимат в отдельных районах, а также характер рассеивания вредных веществ. Исследования загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота показали, что на пересеченной местности распространение вредных примесей носит неравномерный характер: в пониженных местах образуются застойные, плохо проветриваемые зоны с высокой концентрацией.

Динамика распределения концентраций вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса позволяет говорить о наличии зон неодинакового загрязнения атмосферы:

► **Зона переброса факела** - расстояние между источником высокого выброса и началом приземления дымового облака за счет переноса воздушными массами и постепенного расширения факела. Данное расстояние характеризуется относительно невысоким содержанием вредных веществ в атмосфере. Непосредственно у источника организованного выброса теоретическое значение концентраций токсических веществ в приземном слое должно быть минимальным, однако по материалам натурных наблюдений в ближайшей зоне промышленных предприятий (в том числе и теплоэлектростанций) постоянно обнаруживается наличие загрязнителей в атмосфере, поступающих за счет неорганизованных источников (**зона неорганизованного загрязнения**). Протяженность ее определяется условиями поступления вредных веществ в атмосферу; именно она обуславливает необходимость создания *санитарно-защитной зоны* (для обеспечения установленных ПДК).

► **Зона задымления** - это расстояние, на котором возможно обнаружение максимального для данного источника выброса содержания вредных веществ в приземном слое атмосферы, создаваемого по направлению ветра значительно рассеянным и приблизившимся к поверхности земли дымовым факелом. По данным натурального изучения динамики загрязнения атмосферного воздуха в районе организованного источника выброса, зона задымления в зависимости от метеорологических условий определяется расстоянием, равным **10-40 высотам трубы (Н тр)**.

► **Зона снижения загрязнения** - характеризуется постепенным

снижением концентраций загрязняющих веществ по мере удаления от источника загрязнения (рис. 1).

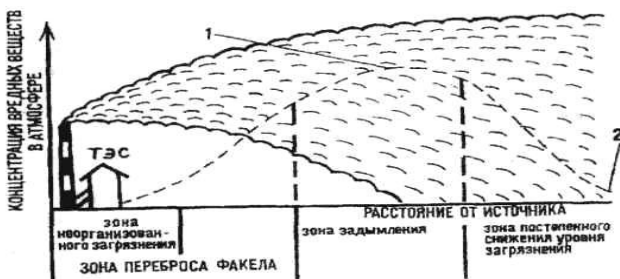


Рис. 1. Схема рассеивания и распределения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы под факелом высокого и мощного источника выброса (ТЭС):

1 - максимальная концентрация вредных веществ; 2 - расчетные концентрации вредных веществ в соответствии с ОНД-86

Задание:

► Рассчитать наиболее эффективную высоту рассеивания выбросов ($H_э$) источником загрязнения в практически безветренную погоду, если температура воздуха $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Промышленный источник загрязнения имеет следующие технические характеристики:

- высота трубы - 120 м,
- диаметр устья трубы - 10 м,
- скорость выброса газовойоздушной смеси - 15 м/с,
- температура выбрасываемых газов - $+30^{\circ}\text{C}$.

Средняя высота всех зданий и сооружений промышленного объекта 90 м.

Будет ли соответствовать рассчитанная $H_э$ требованиям, предъявляемым для населенного пункта, если сам источник выбросов удален от него на расстоянии 1 км?

► В каком радиусе от источника загрязнения будет отмечаться наибольшая концентрация вредных веществ, если из трубы высотой 100 м осуществляются выбросы газовойоздушной смеси со скоростью 20 м/с?

Контрольные вопросы

1. Критерии качества атмосферного воздуха, нормирование выбросов.
2. Рассеивание выбросов вредных веществ в атмосфере, зоны рассеивания.

ЗАНЯТИЕ 7. ОХРАНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. ВОЗДЕЙСТВИЕ СБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

- 1. Источники загрязнения водных объектов.**
- 2. Общие требования к составу и свойствам воды.**
- 3. Критерии оценки загрязненности поверхностных вод.**

1. Источники загрязнения водных объектов

Поверхностные водные объекты в основном загрязняются **сточными водами**, сбрасываемыми в них. По происхождению сточные воды подразделяются на:

1. хозяйственно-бытовые;
2. промышленные;
3. поверхностный сток предприятий и населенных пунктов;
4. сельскохозяйственные;
5. рудничные и шахтные воды.

Каждая группа сточных вод имеет свой состав, в котором преобладают определенные загрязняющие вещества.

► **Хозяйственно-бытовые** воды содержат большое количество органических и минеральных веществ в растворенном и взвешенном состоянии. Они образуются в жилых и общественных зданиях, на предприятиях, при приготовлении пищи, после санитарных уборок, стирки и т.п. Согласно нормам от одного жителя в сутки поступает в систему водоотведения загрязнений: взвешенных веществ - 65 г; органических (по БПКп) в неосветленной жидкости - 70, в осветленной - 40; азота аммонийного - 8, фосфатов (по ангидриду) - 3,3, в том числе от моющих средств - 1,6, хлоридов - 9,0, поверхностно-активных веществ - 2,5 г.

► **Промышленные** сточные воды отличаются большим разнообразием состава и концентраций загрязняющих веществ, определяемых характером производства, а также системой водоснабжения и водоотведения.

Все разнообразие промстоков по характеру основных загрязнений можно разделить на 3 группы:

- содержащие минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство стройматериалов, минеральных кислот, удобрений и т.д.);
- содержащие органические примеси (мясная, рыбная, консервная, пищевая промышленность и т.д.);
- содержащие органоминеральные примеси (нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, текстильная промышленность и др.).

► **Поверхностный сток предприятий и населенных пунктов** формируется за счет дождевых, талых и поливочных вод. К основным факторам, определяющим объем поверхностного стока, относятся:

- 1) интенсивность выпадения осадков и их продолжительность;
- 2) общая площадь городской территории, характер ее застройки;
- 3) рельеф местности.

► **Сельскохозяйственные** сточные воды включают стоки животноводческих комплексов, поверхностный сток с полей, коллекторно-дренажные воды. В стоках животноводческих комплексов основными загрязнителями являются органическое вещество, азот, фосфор; растворенные вещества (20-35%) и взвешенные (65-80% от общего объема). Состав поверхностного стока, ливневых и талых вод с сельскохозяйственных угодий содержит вещества, применяемые в качестве удобрений и средств защиты растений. Возможный вынос биогенных элементов зависит от многих факторов: характера использования поля, выращиваемой культуры, дозы внесения и химического состава удобрений, типа почв, объема поверхностного стока. В условиях длительного применения высоких доз удобрений в поверхностные и грунтовые воды поступает до 20% внесенного азота и калия, 1,5-2% фосфора.

► **Рудничные и шахтные** воды часто имеют высокую минерализацию, кислую реакцию среды, и содержат большое количество рудных элементов, которые интенсивно концентрируются как в жидкой фазе, так и во взвешках. Поступление химических элементов в шахтные и рудные воды связано с усилением процессов выветривания и разложения рудных минералов, разрыхлением и перемещением больших масс горных пород. Существенным источником загрязнения водоемов является сток с породных и рудных отвалов, территорий горно-обогатительных комбинатов.

Задание:

► Перечислите отрасли народного хозяйства, которые являются основными потребителями пресной воды; а также отрасли, в наибольшей степени, загрязняющие поверхностные и подземные воды.

► Известно, что нефть и нефтепродукты в воде нерастворимы и, в сравнении с другими загрязнителями, слаботоксичны. Почему же загрязнение вод нефтепродуктами считается одним из самых опасных?

► Ежегодно вследствие аварий на нефтепроводах и танкерах, промышленных и транспортных выбросов, мойки автомашин, судов, цистерн и трюмов танкеров в Мировой океан попадает 14 млн. т нефти. Один грамм нефти или нефтепродуктов способен образовать пленку на площади 10 м² водной поверхности. Рассчитайте общую площадь ежегодного загрязнения мировых водоемов, если предположить, что вся нефть останется на поверхности воды. Как Вы считаете, какие меры необходимо предпринять с целью уменьшения нефтяного загрязнения вод Мирового океана?

2. Общие требования к составу и свойствам воды

► Понятие качество воды включает в себя совокупность показателей состава и свойств воды, определяющих пригодность ее для конкретных видов водопользования и водопотребления. Качество питьевой воды регламентируется государственным стандартом **ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая»**, который распространяется на питьевую воду, подаваемую централизованными системами водоснабжения. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения определены **Санитарными правилами и Нормами СанПиН 2.1.4.544-96**. В соответствии с ними питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.

По характеру водопользования и нормированию качества воды водоемы подразделяются на две категории: *1. хозяйственно-питьевого, 2. коммунально-бытового, 3. рыбохозяйственного, 4. лечебно-оздоровительного, 5. курортного назначения.*

Оценка качества воды производится по следующим параметрам: содержанию взвешенных и плавающих веществ, запаху, привкусу, окраске, температуре воды, значению рН, наличию кислорода и органического вещества, концентрации вредных и токсичных примесей и БПК₅ (табл. 1).

БПК - биохимическое потребление кислорода. Степень загрязнения воды органическими соединениями определяют как количество кислорода, необходимое для их окисления микроорганизмами в аэробных условиях. Полным биохимическим потреблением кислорода (БПК_{полн.}) считается количество кислорода, требуемое для окисления органических примесей до начала процессов нитрификации. В лабора-

торных условиях наряду с БПК_{полн.} определяется БПК₅ - биохимическая потребность в кислороде за 5 суток. В поверхностных водах величины БПК₅ изменяются в зависимости от степени загрязненности водоемов (табл. 2).

В водных объектах *культурно-бытового* назначения состав и свойства воды должны соответствовать нормам в створах, расположенных на расстоянии 1 км выше по течению водотоков и в радиусе 1 км от ближайшего пункта водопользования. В *рыбохозяйственных* водоемах показатели качества воды не должны превышать установленных нормативов в месте выпуска сточных вод при наличии течения, при его отсутствии — не далее чем 500 м от места выпуска.

1 - Общие требования к составу и свойствам воды

Состав и свойства воды	Категория водопользования	
	хозяйственно-питьевое водоснабжение	рыбохозяйственные цели
1. Взвешенные вещества	Содержание по сравнению с природным не должно увеличиваться при сбросе сточных вод более, чем на 0,25 мг/дм ³ (для хозяйственно-питьевого водоснабжения) и 0,75 мг/дм ³ (для рыбохозяйственных водоемов). Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных минеральных веществ допускается увеличение их содержания до 5%	
2. Плавающие вещества	На поверхности воды не должно быть пленок и пятен масел, нефтепродуктов, жиров и других плавающих загрязнителей	
3. Запахи и привкусы	Вода не должна приобретать посторонних запахов, привкусов и сообщать их мясу рыб	
4. Окраска	Окраска не должна обнаруживаться в столбике 20 см	Вода не должна иметь посторонней окраски
5. Температура	Летом в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 30 °С по сравнению со средней температурой воды самого жаркого месяца (за последние 10 лет)	Не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водоема более чем на 50 °С
6. Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5 -8,5.	
7. Растворенный кислород	Не менее 4 мг/дм ³	Не менее 6 мг/дм ³
8. Биохимическое потребление кислорода (БПК)	Значения БПК при 20 °С не должно превышать 3,0 мг/дм ³ (для хозяйственно-питьевого водоснабжения) и 6,0 мг/дм ³ (для рыбохозяйственных водоемов)	
9. Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, превышающих установленные нормативы ПДК	

2 - Величины БПК; в водоемах с различной степенью загрязнения

Степень загрязнения	БПК ₅
Очень чистые	0,5-1,0
Чистые	1,1-1,9
Умеренно чистые	2,0-2,9
Загрязненные	3,0-3,9
Грязные	4,0-10,0
Очень грязные	> 10,0

3. Критерии оценки загрязненности поверхностных вод

► **ПДК в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования** - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

► **ПДК в воде водоема рыбохозяйственного назначения** - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

Вредные и ядовитые вещества, в зависимости от их состава и характера действия, нормируются по **лимитирующему** показателю вредности (ЛПВ), под которым понимают наибольшее отрицательное влияние, оказываемое данными веществами. При оценке качества воды в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения используют три вида ЛПВ: *санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический*; в рыбохозяйственных водоемах к указанным трем добавляются еще *токсикологический и рыбохозяйственный* ЛПВ.

Вода считается **чистой**, если её состав и свойства ни по одному из показателей не выходят за пределы установленных нормативов, а содержание вредных веществ не превышает предельно допустимых значений (ПДК).

Представленные выше оценки качества воды основаны на сопоставлении фактических значений отдельных показателей с нормативными и относятся к единичным. В связи со сложностью и разнообразием химического состава природных вод, а также возрастающим количеством загрязняющих веществ такие оценки не дают четкого представления о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно выражать степень качества воды с различным характером загрязнения.

► **При наличии в воде нескольких веществ с одинаковым**

ЛПВ, сумма отношений их концентраций к соответствующим ПДК не должна превышать или должна быть равна единице:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1$$

C_i - концентрация i -го вещества;

ПДК $_i$ - предельно допустимая концентрация i -го вещества;

n - число веществ с одинаковым ЛПВ.

В настоящее время для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения установлены ПДК для 1345 вредных веществ, некоторые из них приведены в таблице 3.

3 - ПДК некоторых вредных веществ, загрязняющих поверхностные водные объекты

Ингредиенты и показатели	Предельно допустимая концентрация, мг/л	Лимитирующий показатель вредности
1. Аммоний солевой (NH_4^+)	0,500	Токсикологический
2. Нитрат-ион (NO_3^-)	40,000	Санитарно-токсикологический
3. Нитрит-ион (NO_2^-)	0,080	Токсикологический
4. Нефть и нефтепродукты	0,050	Рыбохозяйственный
5. Фенолы	0,001	<<
6. СПАВ анионактивные	0,100	Токсикологический
7. Железо (Fe^{3+})	0,500	Органолептический й
8. Медь (Cu^{2+})	0,001	Токсикологический
9. Цинк (Zn^{2+})	0,010	<<
10. Хром(Cr^{3+})	0,500	Органолептический
11.Хром (Cr^{6+})	0,001	Санитарно-токсикологический
12. Никель (Ni^{2+})	0,010	Токсикологический
13. Кобальт (Co^{2+})	0,010	<<
14. Свинец (Pb^{2+})	0,030	Санитарно-токсикологический
15. Мышьяк (As^{3+})	0,055	Токсикологический
16. Ртуть (Hg^{2+})	0,0005	Санитарно-токсикологический
17. Кадмий (Cd^{2+})	0,005	Токсикологический

► Методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод принципиально разделяются на две группы: *К первой* относятся методы, позволяющие оценивать качество воды по совокупности *гидрохимических, гидрофизических, гидробиологических, микробиологических* показателей (табл. 4).

4 - Эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод

Показатели	Классы качества воды				
	предельно чистая	чистая	удовлет. чистая	загрязненная	грязная
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс
1. Гидрофизические: - взвешенные вещества, мг/л - прозрачность, м (по диску Секки)	<5 >3	5-14 3,0-0,55	15-30 0,50-0,35	31-100 0,30-0,15	> 100 <0,15
2. Гидрохимические: -NH ₄ ⁺ , мгN/л -NO ₂ ⁻ , мгN/л -NO ₃ ⁻ , мгN/л -PO ₄ ⁻ , мгP/л -O ₂ , % насыщения -БПК ₅ , мг O ₂ /л	<0,05 < 0,007 <0,05 <0,05 100 <0,4	0,05-0,20 0,007-0,025 0,05-0,50 0,005-0,03 81-100 0,4-1,2	0,21-0,50 0,026-0,08 0,51-1,50 0,031-0,10 61-80 1,3-2,1	0,51-2,5 0,081-0,15 1,51-2,50 0,11-0,30 31-61 2,2- 7,0	>2,5 >0,15 >2,5 >0,30 <30 >7,0
3. Гидробиологические: -биомасса фитопланктона, мг/л -фитомасса нитчатых водорослей, кг/м ³ -валовая продукция фитопланктона, г O ₂ /м ³ сут	<0,1 <0,1 < 1.5	0,1-1,0 0,1-0,5 1,5-4,5	1,1-5,0 0,6-1,0 4,6-7,5	5,1-50,0 1,1-2,5 7,6-10,5	>50,0 >2,5 > 10,5
4. Бактериологические: -численность бактерий планктона, млн. кл/мл -численность гетеротрофных бактерий, тыс. кл/мл -численность бактерий группы кишечной палочки, тыс. кл/мл	<0,3 <0,1 < 0.003	0,3-1,5 0,1-1,0 0,003-2,0	1,6-5,0 1,1-5,0 2,1-10,0	5,1-11,0 5,1-10,0 11,0-100	> 11,0 > 10,0 > 100

Вода по качеству разделяется на классы с различной степенью загрязнения. Однако одно и то же состояние воды по разным показателям может быть отнесено к различным классам качества, что является недостатком данных методов. *Вторую группу* составляют методы, основанные на использовании обобщенных числовых характеристик качества воды, определяемых по ряду основных показателей и видам водопользования. Такими характеристиками являются индексы качества воды, коэффициенты ее загрязненности.

► В гидрохимической практике используется метод оценки качества воды, который позволяет производить однозначную оценку качества воды, основанную на сочетании уровня загрязнения воды по совокупности находящихся в ней загрязняющих веществ и частоты их обнаружения.

Суть метода заключается в следующем. Для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышения ПДК - K_i и повторяемости случаев превышения - H_i ; а также общий оценочный балл - B_i :

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i}; \Lambda H_i = \frac{N * ПДК_i}{N_i}; \Lambda \Lambda B_i = K_i * H_i, \Lambda \text{ где}$$

C_i - концентрация в воде i -го ингредиента;

$ПДК_i$ - предельно допустимая концентрация i -го ингредиента;

$НПДК_i$ - число случаев превышения ПДК;

N_i - общее число анализов.

Ингредиенты, для которых величина общего оценочного балла больше или равна 1 ($B_i > 1$), выделяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ). Комбинаторный индекс загрязненности ($\sum B_i$) рассчитывается как сумма общих оценочных баллов всех учитываемых ингредиентов: $\sum B_i = B_1 + B_2 + \dots + B_n$. По величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается класс загрязненности воды (табл. 5).

5 - Классификация загрязненности воды по величине комбинаторного индекса

Величина комбинаторного индекса загрязненности воды	Класс загрязненности воды				
	1	2	3	4	5
	условно чистая	слабо загрязненная	загрязненная	грязная	очень грязная
При отсутствии ЛПЗ	< 1	1,0-2,0	2,1-4,0	4,1-10,0	>10
При 1 ЛПЗ	<0,9	0,9-1,8	1,9-3,6	3,7-9,0	>9,0
При 2 ЛПЗ	<0,8	0,8-1,6	1,7-3,2	3,3-8,0	>8,0
При 3 ЛПЗ	<0,7	0,7-1,4	1,5-2,8	2,9-7,0	>7,0
При 4 ЛПЗ	<0,6	0,6-1,2	1,3-2,4	2,5-6,0	>6,0
При 5 ЛПЗ	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

Задание:

► Дайте эколого-санитарную оценку качества озерной воды, если ее прозрачность - 0,50 см (по диску Секки), содержание взвешенных веществ - 50 мг/л, масса нитчатых водорослей - 2 кг/м³. Предложите систему водоохраных мер, направленных на улучшение качества воды.

► В результате проведения мониторинга водного объекта (хозяйственно-питьевого назначения) из 5 анализируемых проб воды были выявлены отклонения от ПДК по ряду показателей:

1. Взвешенные вещества - увеличение природного содержания на 0,35 мг/дм³ в 3 пробах;
2. Кислотность - рН 5,5 в 2 пробах воды;
3. Растворенный кислород - 1,5 мг/дм³ в 4 пробах;
4. Соли NH₄⁺ - более 0,85 мг N/ л в 2 пробах;
5. NO₃⁻ - 56 мг N/ л в 5 пробах;
6. NO₂⁻ - 1,2 мг N/л в 2 пробах;
7. Нефтепродукты - 0,2 мг/л в 4 пробах воды.

Дайте экологическую оценку состояния водного объекта и пригодность его для водопользования?

Контрольные вопросы

1. Понятие качества воды, общие требования к составу и свойствам воды в зависимости от категорий водопользования.
2. Лимитирующие показатели вредности, их виды.
3. Эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод:
 - по гидрофизическим показателям;
 - по гидрохимическим показателям;
 - по гидробиологическим показателям;
 - по бактериологическим показателям.
4. Оценка качества воды по величине комбинаторного индекса (Vi).

ЗАНЯТИЕ 8. ОХРАНА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВ

1. Понятие педосферы и источники загрязнения почв.
2. Оценка качества почв.

1. Понятие педосферы и источники загрязнения почв

Почва - это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени. По В. И. Вернадскому, почва является биокосным телом природы, занимая промежуточное положение между живыми (биологическими) организмами и косными телами (горные породы, минералы).

Почвенный покров Земли образует педосферу - одну из составных частей биосферы.

► Педосфера выполняет **глобальные функции**:

- *обеспечивает существование жизни* на Земле (растения из почвы получают элементы минерального питания и воду, в почвах существует огромное количество живых организмов и пр.),

- *регулирует взаимодействие* большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности. При этом в почвах аккумулируются элементы питания, которые через трофические цепи возвращаются в почвы (малый биологический круговорот). Одновременно из почвы элементы частично выносятся атмосферными осадками в Мировой океан, где аккумулируются в осадочных горных породах, которые в продолжение геологической истории могут выйти на поверхность - это большой геологический круговорот веществ,

- *поддерживает химический состав* атмосферы и гидросферы (почвенное «дыхание» совместно с фотосинтезом и дыханием животных определяют состав приземного слоя атмосферы; через круговорот воды почва влияет на состав веществ, поступающих в гидросферу),

- *аккумулирует активное органическое вещество* и регулирует биосферные процессы в результате воспроизводства почвенного плодородия, обеспечивая плотность жизни на Земле.

Кроме этого, почва - неотъемлемая подсистема всех наземных экосистем и основное средство сельскохозяйственного производства.

► **Загрязнение почв** - это привнесение в почву новых (не характерных ранее для нее) физических, химических или биологических

агентов или превышение их концентраций естественного среднеголетнего уровня в рассматриваемый период времени.

Техногенная интенсификация производства способствовала загрязнению и дегумификации почв, ее уплотнению, нарушению, вторичному засолению, осолонцеванию, эрозии и другим негативным последствиям.

В связи с тем, что **почва - это основа биологического круговорота**, она становится источником миграции загрязняющих веществ в смежные сферы - атмосферу и гидросферу, а также в продукты питания (через растения). Охране от загрязнения подлежат почвы сельскохозяйственных и лесных угодий - пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения (ГОСТ 17.4.3.04-85). Степень загрязнения почв оценивают предельно допустимыми концентрациями (ПДК).

При сельскохозяйственном производстве происходит загрязнение почв **агрехимикатами, пестицидами, отходами животноводства, патогенной микрофлорой** и т. п. В связи с низкой растворимостью почвенных соединений фосфора происходит **зафосфачивание** почв (повышенное содержание фосфора). При поливах с.-х. угодий сточными водами в почву попадают яйца и личинки **гельминтов, цисты простейших, патогенные микроорганизмы, канцерогенные вещества**.

Техногенное подкисление почв вызвано выпадением кислотных осадков ($\text{pH} < 5,6$), образованных при растворении в атмосферной влаге промышленных выбросов (HCl , NO_3 , SO_2). В нашей стране общая площадь закисления от дождей и снега достигла 46 млн. га.

В промышленных регионах страны с осадками в почвы поступает 25-30 кг/га серы (в форме диоксида), а в относительно чистых регионах - 3-6 кг/га.

В результате неполного сгорания угля и нефти почвы загрязняются **бенз(а)пиреном**, который передвигается по трофическим цепям (он вызывает раковые заболевания).

Загрязнение почв **тяжелыми металлами** происходит при сжигании ископаемого топлива (уголь, нефть, горючие сланцы), результате применения удобрений и пестицидов. Особенно опасно загрязнение почв свинцом и кадмием. Основным источником поступления свинца - выхлопные газы автомобилей (ежегодно в почвы поступает 250 тыс. т свинца).

Источниками загрязнения почв служат свалки отходов, которые занимают сотни тысяч гектаров ценных земель. Неусовершенствованные свалки опоясывают города, и разлагающийся мусор загрязняет почвы. Индустриальные методы обезвреживания (мусороперерабаты-

вающие заводы, полигоны складирования ТБО) находятся на стадии начального развития и не могут улучшить санитарную ситуацию.

Радиоактивное загрязнение почв вызывают атомные электростанции, урановые и обогатительные шахты, хранилища радиоактивных отходов, испытания ядерного оружия и другие источники радиоактивных загрязнений. Большая часть радионуклидов в течение продолжительного времени остается в почве (скорость их радиоактивного распада составляет десятки и сотни лет). На легких почвах радиоактивные вещества за 10-15 лет могут проникать на глубину 40-50 см и достигать уровня грунтовых вод (происходит их горизонтальный перенос). В тяжелых почвах радиоактивные вещества фиксируются более прочно почвенным поглощающим комплексом, и продукты растениеводства бывают в меньшей степени загрязнены.

► **Нарушенными** считают почвы, утратившие свое плодородие и ценность в связи с хозяйственной деятельностью человека. Почвы нарушаются в результате образования карьерных выемок, выработок торфа, траншей и трасс трубопроводов, деформирования поверхности шахтных полей (провалы, оседания), возникновения отвалов и терриконов, площадок буровых скважин, промплощадок и транспортных коммуникаций ликвидированных предприятий, загрязненных земель на нефтяных месторождениях и др.

Отработанными называют нарушенные земли, надобность в которых у предприятий отпала в связи с завершением разработок месторождений полезных ископаемых, геологоразведочных, строительных и других работ, связанных с нарушением почвенного покрова.

► **Рекультивация** - это искусственное восстановление почв после их нарушения, когда они приводятся в состояние, пригодное для использования в сельском хозяйстве (иногда в водном).

Техническая рекультивация - это планировка, формирование откосов, передвижение и трансплантация плодородных пород и почв на рекультивированную площадь, строительство мелиоративных сооружений и дорог.

Биологическая рекультивация включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление обитания животных и растений и восстановление хозяйственной продуктивности земель.

1 - Характеристика типа качества сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации (2001)

Вид деградированных земель	Сельскохозяйственные угодья		В том числе пашня	
	млн. га	% от общей площади	млн. га	% от общей площади
Засоленные	16,3	8,9	4,5	3,7
Солонцеватые	22,9	12,5	9,9	8,2
Кислые	51,5	28,1	41,6	34,4
Переувлажненные	16,1	8,8	6,8	5,6
Заболоченные	9,6	5,2	2,2	1,8
Засоренные камнями	12,2	6,6	3,9	3,2
Загрязненные тяжелыми металлами	1,4		-	-
Ветровая и водная эрозия	51,1	27,9	35,1	29,0

2. Оценка качества почв

Уровень загрязнения почвы определяется в соответствии с «Методическими указаниями по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами», утвержденными Минздравом СССР.

Степень опасности загрязнения почв химическими веществами определяется уровнем его возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (воду, воздух), пищевые продукты и опосредованно - на человека.

Основным критерием уровня загрязнения почвы является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в пахотном горизонте почвы, которая не должна вызывать прямого или косвенного влияния на соприкасающиеся среды и здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

► В зависимости от пути миграции загрязняющих веществ в определенные среды для почв установлено четыре **показателя вредности** и соответствующие им ПДК:

1 - **транслокационный** показатель отражает переход химических веществ из почвы в растения и возможность накопления токсиантов в выращиваемых продуктах питания и кормах;

2 - **миграционный водный** показатель характеризует поступление химических веществ из почв в фунтовые воды и водоисточники;

3 - **миграционный воздушный** показатель учитывает переход химических веществ из почвы в атмосферу;

4 - **общесанитарный** показатель характеризует влияние химических веществ на самоочищающую способность почвы и микробиоценозы.

► Опасность загрязнения почвы будет выше, чем больше фактическое содержание вредных веществ в почве превышает ПДК, чем выше класс опасности вредных веществ и чем ниже буферные свойства почв.

Оценка загрязненности почв производится отдельно для территорий, где выращиваются *сельскохозяйственные растения* и для *населенных пунктов*.

► Основным параметром степени загрязненности почв сельскохозяйственных угодий является *транслокационный показатель вредности*. Для определения степени загрязнения почв сравниваются фактические содержания в них элементов с ПДК и соответствующими показателями вредности (табл. 2).

Затем по схеме оценки почв (табл. 3) устанавливается категория загрязнения и возможность их сельскохозяйственного использования.

Например, по результатам анализов почв вокруг источника выбросов выделена зона загрязнения радиусом 3 км, в которой содержание свинца и мышьяка превышает ПДК и транслокационный показатель вредности в 1,2-3,3 раза. Здесь же, на уровне ПДК и выше, концентрируются Cu, Ni, Zn, Cr. Согласно предлагаемой схеме оценки загрязнение почвы в этой зоне относится к *высоко опасной категории*. Данные земли могут быть использованы в основном под возделывание технических культур. Выращивание сельскохозяйственной продукции ограничено, так как исключаются растения-концентраторы (способные накапливать определенные элементы).

2 - ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни по показателям вредности

Вещество	ПДК почвы с учетом фона (кларк), мг/кг	Показатели вредности			
		транслокационный	миграционный		общесанитарный
			водный	воздушный	
Подвижная форма					
1. Медь	3,0	3,5	72,0	-	3,0
2. Никель	4,0	6,7	14,0	-	4,0
3. Цинк	23,0	23,0	200,0	-	37,0
4. Кобальт	5,0	25,0	>1000	-	5,0
Валовое содержание					
5. Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
6. Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
7. Свинец	30,0	35,0	200,0	-	30,0
8. Мышьяк	2,0	2,0	15,0	-	10,0
9. Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
10. Хлористый калий	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0
11. Нитраты	130,0	180,0	130,0	-	225,0

3 - Схема оценки почв сельскохозяйственного использования

Категория загрязненности	Характеристика загрязнения	Возможное использование территории	Предлагаемые охранные мероприятия
1. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Мероприятия по снижению доступа токсикантов в растения (известкование, внесение органики и т.д.)
2. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и воздушном показателях, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю.	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений.	Мероприятия, аналогичные категории 1. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или воздушным показателями - производить контроль за содержанием этих веществ в рабочей зоне и в воде местных водоемов.
3. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем транслокационном показателе.	Использование под технические культуры. Использование под с.-х. культуры ограничено (растения – концентраты исключаются).	Мероприятия, аналогичные категории 1. Проводится обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях - продуктах питания и кормах.
4. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного применения. Посадка лесозащитных полос.	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в рабочей зоне и в воде местных водоемов.

► Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются коэффициент концентрации химического элемента K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c .

Коэффициент концентрации определяется как отношение реального содержания элемента в почве (C) к фоновому (C_f):

$$K_c = C/C_f$$

Поскольку часто почвы загрязнены несколькими элементами, то для них рассчитывают суммарный показатель загрязнения, отражающий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n Kc_i - (n-1), \Lambda \text{ где}$$

n - число учитываемых загрязняющих элементов (должно быть не менее 6).

Суммарный показатель загрязнения может быть определен как для всех элементов в одной пробе, так и для участка территории по геохимической выборке. Оценка опасности загрязнения почв по показателю Z_c проводится по оценочной шкале (табл. 4), градации которой разработаны на основе изучения состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

4 - Оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю Z_c

Категория загрязнения	Величина Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
1. Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений у взрослых
2. Умеренно опасная	16-32	Увеличение общего уровня заболеваемости населения
3. Опасная	32-128	Увеличение общего уровня заболеваемости населения, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы
1 Чрезвычайно-опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости и гипотрофии новорожденных)

Задание:

► В населенном пункте, находящемся в зоне загрязнения, рассчитанные коэффициенты концентрации (Kc) загрязнителей составили: для Li - 2,54; Be - 3,57; Cu - 5,13; Pb - 13,20; Zn - 3,50; Hg - 10,0; Sn - 4,40; Ni - 3,20; As - 4,78. Определить категорию загрязненности почв населенного пункта и возможные изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения.

Контрольные вопросы

1. Понятие загрязнения почв, источники загрязнения.
2. Оценка качества почв, классификация показателей вредности по ПДК.
3. Категории загрязненности почв сельскохозяйственного использования.
4. Определение уровня загрязненности почв населенных пунктов по показателю (Z_c).

Лабораторная работа № 1
**ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ СВЕТОВОГО ДНЯ НА РОСТ
И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ**

Оборудование: ёмкости для выращивания растений (например, чашки Петри), почва, отстоявшаяся водопроводная вода, семена од-
нолетних растений (кресс-салат, редис, овёс), полупрозрачная плёнка
(или укрывной материал «Акрил» чёрного цвета), технические весы,
линейки.

Две чашки Петри заполните наполовину почвой, увлажните её до
состояния полного насыщения. На подготовленный грунт равномерно
поместите по 10 семян исследуемого растения. Присыпьте семена почвой,
после чего увлажните её до состояния полного насыщения. Одну группу
растений выращивайте при нормальном освещении (контроль), другую –
в условиях искусственного затемнения (для этого закройте ёмкость с се-
менами полупрозрачным материалом) (опыт). Ухаживайте за растениями
одинаково. По истечении 14 дней извлеките проростки из грунта, отметь-
те всхожесть семян, характер проростков, измерьте длину и массу расте-
ний. Сделайте соответствующие выводы.

Лабораторная работа № 2
**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ПО ОСОБЕННОСТЯМ ЛИСТЬЕВ
БЕРЕЗЫ БОРОДАВЧАТОЙ (BETULA PENDULA).**

Цель работы: оценка состояния окружающей среды по изме-
нению морфологических признаков у растений.

Одним из показателей неблагополучия территории является
нарушение симметрии структур организма. В случае растительных
организмов этот показатель касается прежде всего листьев.

Нельзя сказать, что в чистых условиях листья обладают абсо-
лютной симметрией, некоторые расхождения всё-таки присутствуют,
однако в неблагополучных условиях различия между параметрами
левой и правой частей могут достигать значительной разницы.

Данный метод относится к неспецифическому биомониторингу,
что позволяет оценить не вклад отдельно взятого загрязнителя, а сте-
пень отклонения условий среды в целом от значения физиологическо-
го оптимума.

Пример оценки стабильности развития березы бородавчатой

В таблице 1 дан пример расчета средней относительной величины асимметрии на признак для 5 промеров листа у 10 растений.

1 - Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием пластических признаков (промеры листа)

№ особи	Номер признака*									
	1		2		3		4		5	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
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	16	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 на рис. 1.

1. В первом действии для каждого промеренного листа вычисляются относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров:

$$(L-R)/(L+R),$$

Например: Лист N1 (таблица 2), признак 1.

$$(L-R)/(L+R)=(18-20)/(18+20)=2/38=0,052$$

Полученные величины заносятся во вспомогательную таблицу 3 в графы 2-6.

2. Во втором действии вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков.

Например, для листа 1 (табл. 2):

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

2 - Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№ п/п	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
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

Результаты вычислений заносят в графу 7 вспомогательной таблицы.

3. В третьем действии вычисляется интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа. В нашем случае искомая величина равна:

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

Статистическая значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (частота асимметричного проявления на признак, величина среднего относительного различия между сторонами на признак) определяется по t-критерию Стьюдента.

Эти показатели дают интегральную характеристику стабильности развития по комплексу некоррелированных параметров по разным признакам.

Расчет показателей на признак дает возможность для сравнения результатов, получаемых по разному числу признаков.

При сравнении выборок может быть зафиксировано определенное различие и оценена его статистическая значимость. Такая оценка особенно важна для сравнения различных территорий и видов. При получении данных по различным природным популяциям возможна разработка балльной шкалы для оценки степени отклонения от нормы (табл. 3).

3 - Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040 - 0,044
III	0,045 - 0,049
IV	0,050 - 0,054
V	>0,054

Базовые принципы для ее построения следующие. Диапазон значений показателя, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается за пятый балл. Весь диапазон между этими пороговыми уровнями ранжируется в порядке возрастания значений показателя. Поскольку при этом суммируются данные по ряду независимых показателей, мы получаем в действительности интегральную оценку ситуации для сравнения различных территорий и видов.

В приведенном примере показатель асимметрии был равен 0,042, что соответствует второму баллу шкалы. Это означает, что растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов.

Оценка состояния популяции (территории) по стабильности развития березы бородавчатой.

- *Объект исследований.* Для исследований предлагается использовать лист, как орган, обладающий билатеральной симметрией.

- *Сроки сбора материала.* Сбор материала следует проводить после остановки роста листьев (в средней полосе начиная с июля).

- *Объем выборки.* Каждая выборка должна включать в себя 50 листьев (по 5 листьев из нижней части кроны с 10 деревьев). Листья с одного растения лучше хранить отдельно, для того, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать полученные результаты индивидуально для каждой особи. Для этого собранные с одного дерева листья связывать за черешки. Все листья, собранные для одной выборки, сложить в полиэтиленовый пакет, туда же вложить этикетку. В этикетке указать номер выборки, место сбора (делая максимально подробную привязку к местности), дату сбора.

В лаборатории (дома) листья высушить и закрепить на плотном листе бумаги. Оформить в виде гербария с подробным описанием места сбора.

- *Условия произрастания.* Листья должны быть собраны с растений, находящихся в одинаковых экологических условиях (уровень освещенности, увлажнения и т.д.). Рекомендуются выбирать растения,

растущие на открытых участках (полянах, опушках), поскольку многие виды светолюбивы и условия затенения являются для них стрессовыми и могут существенно снизить стабильность развития.

- *Возрастное состояние растения.* Для исследования мы рекомендуем выбирать растения, достигшие генеративного возрастного состояния.

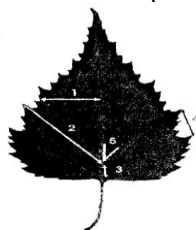
- *Положение в кроне.* Рекомендуется собирать листья из одной и той же части кроны с разных сторон растения с максимального количества доступных веток относительно равномерно вокруг дерева,

- *Размер листьев* должен быть сходным, средним для данного растения.

- *Поврежденность листьев.* Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения. Рекомендуется собирать с растения несколько больше листьев, чем требуется, на тот случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа.

- *Подготовка и хранение материал.* Материал может быть обработан сразу после сбора, или позднее. Для непродолжительного хранения собранный материал можно хранить в полиэтиленовом пакете на нижней полке холодильника. Для длительного хранения можно зафиксировать материал в 60% растворе этилового спирта или гербаризировать.

- *Измерение.* Для измерения лист помещают пред собой стороной, обращенной к верхушке побега. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам левой и правой сторон листа (рис. 1).



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 производят измерения.

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

Рис. 1. Схема морфологических признаков для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula*)

Для измерений потребуются измерительный циркуль, линейка и транспортир. Промеры 1 - 4 снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками (признак 5) измеряется транспортиром.

Результаты измерений занести в таблицы 4 и 5.

4 - Оценка стабильности развития у березы повислой

№ особи	Номер признака*									
	1		2		3		4		5	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

5 - Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№ п/п	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Величина асимметрии в выборке:						X=

Провести анализ результатов замеров, используя методические указания.

Сделать вывод о степени загрязнения территории и уровне антропогенной нагрузки.

Построить ранжированный ряд районов Брянской области по степени убывания антропогенной нагрузки на основании полученных аналитических результатов.

Лабораторная работа № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА АНТРОПОГЕННЫХ
ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
В РЕЗУЛЬТАТЕ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА

Автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха. Согласно оценкам специалистов загрязнение воздуха городов на 30-70 % (в зависимости от времени года) обусловлено использованием транспортных средств.

К основным загрязняющим веществам, поступающим в атмосферный воздух при работе двигателей внутреннего сгорания и дизельных двигателей, относятся оксиды углерода, углеводороды, оксиды азота, оксиды серы. Помимо этого, первая группа двигателей поставляет в окружающую среду ионы свинца, а вторая – сажу с адсорбированными на её поверхности разнообразными загрязнителями, в том числе и крайне опасными для здоровья человека.

Наибольшее количество токсинов выбрасывается при частых остановках автомобиля и движении с малой скоростью поэтому наиболее неблагоприятными с экологической точки зрения являются: участки высокой интенсивности движения, на которых велика вероятность образования «пробок», перекрёстки, остановки общественного транспорта.

Помимо всего выше перечисленного, транспорт является источником шумового и вибрационного загрязнения окружающей среды, что также в значительной степени нарушает нормальное функционирование биологических систем разного уровня.

Задание. Выберите участок автотрассы длиной 0,5-1 км, имеющих хороший обзор. Определите число единиц автотранспорта, проходящего по участку в течение 20 минут, 1 часа. Ведите учёт транспортных средств по следующим категориям: легковой, грузовой бензиновый, грузовой дизельный, автобусы.

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, может быть оценено расчётным методом.

Исходными данными для расчёта 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 1).

1 - Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Средние нормы расхода топлива (л на 100 км)	Удельный расход топлива Y_i (л на 1 км)
Легковые автомобили	11-13	0,11-0,13
Бензиновые грузовые автомобили	29-33	0,29-0,33
Дизельные грузовые автомобили	31-34	0,31-0,34
Автобусы	41-44	0,41-0,44

Значения эмпирического коэффициента (К), определяющего выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида го-рючего, приведены в таблице 2.

2 - Коэффициенты выброса вредных веществ от автотранспорта

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).

Рассчитайте общий путь, пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 час (L, км), по формуле:

$$L_i = N_i * l$$

где i – обозначение типа автотранспорта;

L- длина участка, км;

N_i -число автомобилей каждого типа за 1 час.

Рассчитайте количество топлива (Q_i , л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин по формуле:

$$Q_i = L_i * Y_i$$

где L_i – общий путь, пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 час;

Y_i – удельный расход топлива определённый типом автомобиля, л/км.

Определите Общее количество сожжённого топлива каждого вида (ΣQ) и занесите результаты в таблицу 3:

3 - Расход топлива автотранспортом исследуемой территории

Тип автомобиля		Q _i	
		бензин	Дизельное топливо
Легковые автомобили	N _j		
Бензиновые грузовые автомобили			
Дизельные грузовые автомобили			
Автобусы			
Всего			
	ΣQ		

Рассчитайте объём выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива и всего, занесите результат в таблицу 4:

4 - Объём выбросов от автотранспорта исследуемой территории

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

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

$$m = \frac{V * M}{22,4}$$

где V- объём выбросов;

M- молекулярная масса вещества.

Массовый выброс загрязняющих веществ автомобильным транспортом при движении по данной улице M_i рассчитывается по формуле:

$$M_i = m_i * L_{\text{общ}}^N * 10^{-6}$$

где m_i – приведенный пробеговый выброс г/км, который определяется с учётом технического состояния автомобиля и изменения выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населённых пунктов (таблица 5).

$L_{\text{общ}}^N$ - суммарный суточный пробег автомобилей по данной улице, км. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$L_{\text{общ}}^N = \sum_i^n L * N_x^N$$

где N_x -число автомобилей, прошедших по данной улице за время измерения;

L-длина улицы, км

5 - Пробеговый выброс для различных видов автотранспорта

Тип транспорта	Загрязняющее вещество					
	Оксид углерода	Диоксид азота	Углеводороды	Диоксид серы	Свинец	Сажа
Легковые	19,8	1,4	3,5	0,1	0,03	-
Грузовые бензиновые	63,7	2,7	6,4	0,3	0,04	-
Грузовые дизельные	2,9	6,2	1,6	1,5	-	0,4
Автобусы дизельные	5,3	10,9	1,7	1,5	-	0,7

Лабораторная работа № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА МЕТОДОМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Одним из эффективных способов оценки качества атмосферного воздуха городов является метод лишеноиндикации, основанных на определении видового разнообразия и численности лишайников.

Все многообразные виды лишайников по особенностям строения их тел (слоищ) делят на три группы:

-**кустистые** - растения в виде кустиков с широким плоским основанием;

- **листоватые** - растут в виде чешуек, отделяющихся от коры;

- **накипные** - имеют слоевище в виде корочки, сросшейся с корой.

Многочисленные исследования в районах промышленных объектов, на заводских и прилегающих к ним территориях показывают прямую зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением численности определённых видов лишайников. Особая чувствитель-

ность лишайников объясняется тем, что они не могут выделять в среду поглощённые токсические вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения.

По мере приближения к источнику загрязнения слоевище (тело) лишайников становится толстым, компактным. Дальнейшее загрязнение атмосферы приводит к тому, что лопасти лишайников окрашиваются в беловатый, коричневый или фиолетовый цвет, их тела сморщиваются и организмы погибают.

Наиболее резко лишайники реагируют на диоксид серы. Концентрация диоксида серы $0,5 \text{ мг/м}^3$ губительна для всех видов лишайников. На территориях, где средняя концентрация SO_2 превышает $0,3 \text{ мг/м}^3$, лишайники практически отсутствуют. В районах со средними концентрациями диоксида серы от $0,3$ до $0,05 \text{ мг/м}^3$ по мере удаления от источника загрязнения сначала появляются накипные лишайники, затем листоватые (фисция, леканора, ксатория). При концентрации менее $0,05 \text{ мг/м}^3$ появляются кустистые лишайники (уснея, алектория, анапихия) и некоторые листоватые (лобария, пармелия).

На частоту встречаемости лишайников влияет кислотность субстрата. На коре, имеющей нейтральную реакцию, лишайники чувствуют себя лучше, чем на кислом субстрате. Этим объясняется разный состав лишайнофлоры на разных породах деревьев.

На городской территории выделяют уровни (чаще всего три) – так называемые «зоны лишайников» (таблица 1).

1 – Городские зоны лишайников

Зоны лишайников	Район города	Концентрация диоксида серы
«Лишайниковая пустыня» (лишайники практически отсутствуют)	Центр города и промышленные районы с сильно загрязнённым воздухом	свыше $0,3 \text{ мг/м}^3$
«Зона угнетения» (флора бедна – фисции, леканоры, ксатории)	Районы города со средней загрязнённостью	$0,05-0,3 \text{ мг/м}^3$
«Зона нормальной жизнедеятельности» (максимальное видовое разнообразие; встречаются в том числе и кустистые виды)	Периферийные районы и пригороды	менее $0,05 \text{ мг/м}^3$

Таким образом, методы оценки состояния атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях.

1. Чем сильнее загрязнён воздух города, тем меньше встречается в нём видов лишайников (вместо десятков может быть один-два вида).

2. Чем сильнее загрязнён воздух, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев.

3. при повышении загрязнённости воздуха исчезают первыми кустистые лишайники; за ними – листоватые; последними – накипные.

Оборудование: счётные рамки, блокноты и ручки для записи данных.

На площадке исследования площадью 100 м² выберите 5 отдельно стоящих старых деревьев одного вида, растущих вертикально.

На каждом дереве подсчитайте количество видов лишайников. Определяют, к какой группе они относятся: накипные, листоватые или кустистые.

Проведите оценку степени покрытия древесного ствола. Для этого на каждом дереве описывают 4 пробные площадки – 2 у основания ствола и 2 на высоте 1,5 м от уровня почвы. Пробная площадка ограничивается размерами счётной рамки (10×10 см), которая разделена внутри на квадратики по 1 см².

Для каждой площадки описания и для каждого вида лишайников выставляются баллы по 5-ти бальной шкале (табл. 2).

2 - Оценка частоты встречаемости и степени покрытия лишайников

Частота встречаемости		Степень покрытия		Балл оценки
Очень редко	менее 5 %	Очень низкая	менее 5 %	
Редко	5-20 %	Низкая	5-20 %	2
Средняя	20-40 %	Средняя	20-40 %	3
часто	40-60 %	Высокая	40-60 %	4
Очень часто	60-100 %	Очень высокая	60-100 %	5

Результаты исследования занесите в таблицу 3.

3 - Частота встречаемости лишайников

Признаки	Номера деревьев				
	1	2	3	4	5
1 площадка					
Количество видов лишайников					
накипные					
листоватые					
кустистые					
общее					
Средняя степень покрытия дерева, баллы:					
накипные					
листоватые					
кустистые					
общее					

Произведите расчёт средних баллов встречаемости и покрытия для каждого вида лишайников – накипных (Н), листоватых (Л), кустистых (К). Зная средний балл встречаемости и покрытия, рассчитайте показатель относительной чистоты атмосферы (ОЧА) по формуле:

$$ОЧА = \frac{H + 2Л + К}{30}$$

Чем ближе полученное значение ОЧА к единице, тем чище воздух.

Лабораторная работа № 5
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК И ОЗЁР
ПО БИОТИЧЕСКОМУ ИНДЕКСУ

Оборудование: тетради и ручки для записи результатов, водный сачок, ёмкости для отбора проб, микроскопы, предметные стёкла, справочные материалы.

О чистоте воды водоёма можно судить по видовому разнообразию и обилию животного населения.

В чистых водоёмах встречается большое количество видов, в том числе пресноводные моллюски, личинки веснянок, поденок, вислокрылок и ручейников. Они не выносят загрязнения и быстро исчезают из водоёма, как только в него попадают сточные воды.

В умеренно загрязнённых водоёмах видовое разнообразие снижается по сравнению с чистыми водоёмами, а его основу составляют водяные ослики, бокоплавы, личинки мошек (мокрецов), двусторчатые моллюски-шаравики, битинии, лужанки, личинки стрекоз и пиявки (большая ложноконская, малая ложноконская, клепсина).

Чрезмерно загрязнённые водоёмы заселяют малошестинковые кольцецы (трубочники), личинки комара-звонца (мотыль) и ильной мухи (крыска).

Показателем качества воды может служить биотический индекс, который определяется по количеству ключевых и сопутствующих видов беспозвоночных животных, обитающих в исследуемом водоёме. Самый высокий биотический индекс определяется числом 10, он отражает качество воды экологически чистых водоёмов, вода которых содержит оптимальное количество биогенных элементов и кислорода, в ней отсутствуют вредные газы и химические соединения, способные ограничить обитание беспозвоночных животных. Биотический индекс, обозначаемый 0, соответствует чрезвычайно высокому уровню загрязнения водоёма.

Для определения биотического индекса необходимо взять пробу воды из водоёма с помощью водного сачка. Проба включает небольшое количество воды с илом и беспозвоночных животных, обнаруженных в сачке. Взятая проба может быть разобрана сразу на берегу водоёма, если позволяет погода, или перенесена в лабораторию и рассмотрена там. Перед разбором проба промывается на сите, все обнаруженные беспозвоночные переносятся в чистую воду, налитую в чашки Петри или эмалированные ванночки. Содержимое чашек Петри тщательно разбирается по видам и группам видов беспозвоночных животных. Для удобства определения можно использовать таблицы с рисунками наиболее распространённых в водоёмах видов беспозвоночных.

В исследуемой пробе с помощью определителей идентифицируют ключевые виды (табл. 1) и группы сопутствующих видов. Под группой сопутствующих видов понимают род, или семейство, или класс беспозвоночных.

1 - Определение биотического индекса пресноводных экосистем по донным беспозвоночным

Ключевые организмы		Общее количество групп				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16
		Биотический индекс				
1	2	3	4	5	6	7
Личинки веснянок	Более одного вида	-	7	8	9	10
	Только один вид		6	7	8	9
Личинки поденок	Более одного вида	-	6	7	8	9
	Только один вид		5	6	7	8
Личинки ручейников	Более одного вида	-	5	6	7	8
	Только один вид	4	4	5	6	7
Бокоплавы	Все прочие виды отсутствуют	3	4	5	6	7
Водяные ослики	Все прочие виды отсутствуют	2	3	4	5	6
Черви-трубочники и /или красные личинки комара-дергуна	Все прочие виды отсутствуют	1	2	3	4	-
Все другие ключевые группы отсутствуют	Некоторые организмы, не требующие растворённого кислорода, могут присутствовать (личинки мух).	0	1	2	-	-

Существенным дополнением к биотическому индексу может стать определение численности особей ключевых видов. Чем больше число особей ключевого вида, тем экологически чище водоём. Единичные особи ключевых видов свидетельствуют об ухудшении условий жизни.

Лабораторная работа № 6
БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЁМОВ
ПО СОСТОЯНИЮ ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ
СЕМЕЙСТВА РЯСКОВЫЕ

Оборудование: ёмкости для отбора проб, этикетки, пробы воды или растворы, моделирующие сточные воды, чашки Петри, микроскопы, пинцеты, краситель, предметные и покровные стёкла.

Первый вариант опыта

На каждой контрольной точке произведите забор 3-х проб на расстоянии 2-3 м друг от друга. Все растения из одной пробы поместите в полиэтиленовый мешок или стеклянную посуду, указав на ней номер пробы и точку забора.

В лаборатории разберите пробу по видам ряски и количеству экземпляров. Результаты занесите в таблицу.

Проведите экспресс-оценку качества воды по таблице 1, используя самый массовый вид (чаще всего это ряска малая).

1 - Параметры растений семейства рясковые

Вид ряски	Число растений	Общее число листочков	Число листочков с повреждениями	Процент листочков с повреждениями
Многокоренник обыкновенный				
Ряска малая				
....				
<i>Примечание. Одно растение – это материнский щиток с прикреплёнными к нему детками. Общее количество щитков – это количество материнских растений и деток. К повреждениям относятся чёрные, бурые и жёлтые пятна. Количество и размер пятен не учитывается.</i>				

Второй вариант опыта

В чашки Петри налить одинаковое количество воды, взятой из разных источников (или варианты модельных растворов сточных вод.

Затем в каждую ёмкость поместить приблизительно одинаковое количество экземпляров ряски. По прошествии 5-6 часов оценивают окраску растений (листецов и корней), а также сохранение целостности колонии. С помощью данных, приведённых в таблице 2, определяют концентрацию загрязняющего вещества.

2 - Реакция растений различных видов семейства рясковые

Загрязняющее вещество, мг/мл	Тип реакции			
	Изменение окраски		Рассоединение листецов	
	Ряска малая	Многокоренник обыкновенный	Ряска малая	Многокоренник обыкновенный
Эталон	Интенсивно белая	Интенсивно зелёная	нет	нет
Медь				
0,1-0,25	белая	оливковая	нет	нет
0,025	белая	оливковая	100 %	нет
0,001 0,0001	Потеря окраски от периферии к центру	оливковая	100 %	нет
Железо				
0,1-0,25	белая	светло-зелёная	100 %	--
0,025	--	Тёмно-серая	--	100 %
0,001 0,0001	светло-зелёная белая	серая зелёная	нет нет	-- нет
Цинк				
0,1-0,25	обесцветились от периферии к центру	зелёная	нет	нет
0,025	--	обесцветились от периферии к центру	нет	нет
0,001 0,0001	зелёная светло-зелёная	светло-зелёная зелёная	нет нет	нет нет
Барий				
0,1-0,25	от белой до тёмно-жёлтой	зелёная	100 %	
0,025	белая, но концы листеца зелёные	жёлто-зелёная	100 %	100 %
0,001 0,0001	белая, зелёная только точка роста зелёная	жёлто-зелёная зелёная	70 % нет	100 % --
0,0001	Бледно-зелёная, местами белая	--	нет	
Марганец				
0,1-0,25	зелёная, по краям слегка жёлтая	светло-зелёная	100 %	нет
0,025	зелёная, слегка жёлтая	зелёная	нет	нет
0,001 0,0001	жёлто-зелёная светло-зелёная	Светло-зелёная, но по краям сильно подсохли и пожелтели жёлто-зелёная	нет нет	100 % нет

После этого извлекают по 5 растений ряски и помещают на предметное стекло для окрашивания. После 5-7 минутного окрашивания растения рассматривают под микроскопом, отмечая процент повреждённой ткани (прокрашиваются только мёртвые клетки).

Таблица 3-Оценка качества воды по характерным чертам растений ряски малой

Процент щитков с повреждениями	Число щитков /число особей				
	0-1	1,3	1,7	2,0	Более 2
0	1-2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	3
20	3	4	3	3	3
30	4	4	4	3	3
40	4	4	4	3	-
50	4	4	4	-	-
Более 50	5	5	0	-	-

Примечание. Условные обозначения: 1-очень чистая вода; 2-чистая вода; 3-умеренно загрязнённая вода; 4-загрязнённая вода; 5-грязная вода; «-»-сочетания, встречаемость которых исключается

На основании исследований дают комплексную оценку степени загрязнения пробы воды.

ВЫВОДЫ: _____

Лабораторная работа № 7
КРЕСС-САЛАТ КАК ТЕСТ-ОБЪЕКТ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

Оборудование: чашки Петри, пробы почвы, семена кресс-салата, отстоянная водопроводная вода, технические весы, линейки

Чашку Петри заполняют до половины исследуемым субстратом, увлажняют одним и тем же количеством отстоянной водопроводной воды до появления признаков насыщения.

В каждую чашку на поверхность субстрата укладывают по 20 семян кресс-салата. Расстояние между соседними семенами должно быть по возможности одинаковым. Покрывают семена теми же субстратами, насыпая их почти до краёв чашек и аккуратно разравнивая поверхность. Увлажняют верхние слои субстратов до влажности нижних.

В течение 10-15 дней наблюдают за прорастанием семян, поддерживая влажность субстратов примерно на одном уровне.

В зависимости от результатов опыта субстратам присваивают один из четырёх уровней загрязнения.

1. Загрязнение отсутствует.

Всхожесть семян достигает 90-100 %, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы.

2. Слабое загрязнение.

Всхожесть 60-90 %. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

3. Среднее загрязнение.

Всхожесть 20-60 %. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

4. Сильное загрязнение.

Всхожесть семян очень слабая (20 %). Проростки мелкие и уродливые. Кроме подсчёта проростков и описания их внешнего вида необходимо определить среднюю длину (см) и массу (г) растений.

Полученные данные заносят в таблицу:

Условия опыта	Показатели всхожести семян		Средняя длина растения, см	Средняя масса растения, г	Характер проростков	Степень загрязнения почвы
	шт.	%				

ВЫВОДЫ: _____

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Коробкин В.И. Экология и охрана окружающей среды. М.: КноРус, 2014.
2. Кротов Д.Г., Мамеева В.Е., Симонов В.Ю. Биология с основами экологии: практикум для студентов обучающихся по инженерным специальностям. Брянск. Изд-во Брянская ГСХА, 2009. 190 с.
3. Валова В., Зверев О.М. Экология: учебник [Электронный ресурс] Электрон. дан. М: Дашков и К, 2017. 376 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94035>. Загл. с экрана.
4. Гиляров А.М. Экология биосферы: учебное пособие [Электронный ресурс]. Электрон. дан. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2016. 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96235>. Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Лукашевич О.Д., Колбек М.В., Филичев С.А. Практические работы по экологии и охране окружающей среды: методическое пособие. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. 80 с.
2. Розанов С.И. Общая экология: учеб. для вузов. СПб.: Лань, 2003.
3. Цублова Е.Г. Экологический практикум: учебное пособие. Брянск: Изд-во БГИТА, 2007. 95 с.
4. Экологическая экспертиза / В.К. Донченко. В.М. Питулько, В.В. Расторгуев и др.; под ред. В.М. Питулько. М.: Издательский центр «Академия», 2004.
5. Особо охраняемые природные территории мира и России [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Г. Гурин [и др.]. Электрон. дан. Орел: ОрелГАУ, 2013. 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71444>. Загл. с экрана.
6. Демиденко Г.А., Фомина Н.В. Экологические основы природопользования [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие. Электрон. дан. Красноярск: КрасГАУ, 2014. 88 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103866>. Загл. с экрана.
7. Жирнова Д.Ф. Основы экологического нормирования природополь-

зования. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Электрон. дан. Красноярск: КрасГАУ, 2013. 64 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103865>. Загл. с экрана.

8. Коротченко И.С. Экология [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Электрон. дан. Красноярск: КрасГАУ, 2016. 284 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103868>. Загл. с экрана.

9. Наумова Л.Г., Хазиахметов Р.М., Миркин Б.М. Глобальные экологические проблемы человечества: учебное пособие [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Уфа: БГПУ им. М. Акмуллы, 2015. 141 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70178>. Загл. с экрана.

10. Оценка воздействия на окружающую среду: лабораторные работы [Электронный ресурс] Электрон. дан. Уфа: БГПУ им. М. Акмуллы, 2014. 92 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72532>. Загл. с экрана.

Учебное издание

Мамеева Виктория Евгеньевна

ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие с заданиями
для самостоятельной работы

для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование,
Профиль Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
обводнения и водоотведения очной и заочной форм обучения

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 11.04.2018 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,58. Тираж 25 экз. Изд. № 5787.

Издательство Брянский Государственный Аграрный Университет
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ