

Е.Б. Таллер, Д.В. Морев
А.М. Ярославцев, М.Т. Спыну, О.С. Латышева



**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ЭКОЛОГИЯ»**

Учебно-методическое пособие

Е.Б. Таллер, Д.В. Морев, А.М. Ярославцев, М.Т. Спыну, О.С. Латышева

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ»

Учебно-методическое пособие
2-е изд. исп. и доп.

Калуга
2025

УДК 631.95(504.055)

ББК 40.0

Рецензенты:

Кандидат биологических наук, доцент **М.В. Тихонова**

Е.Б. Таллер, Д.В. Морев, А.М. Ярославцев, М.Т. Спыну, О.С. Латышева

Рабочая тетрадь по дисциплине «Сельскохозяйственная экология»: учебно-методическое пособие / Е.Б. Таллер, Д.В. Морев, А.М. Ярославцев, М.Т. Спыну, О.С. Латышева – г. Калуга: ИП Якунина В.А., 2025. – С.59

В учебно-методическом пособии приведены новые тематические задания, элементы теории, расчетные задачи и лабораторные работы в соответствии с программой учебной дисциплины «Сельскохозяйственная экология».

Предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям 05.03.06 – Экология и природопользование, 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 – Агрономия.

ISBN 978-5-6053077-5-4

© Таллер Е.Б., Морев Д.В.,
Ярославцев А.М., Спыну М.Т.
Латышева О.С., 2025
© Издательство
«ИП Якунина», 2025

Оглавление

ЧАСТЬ 1	6
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ТЕМА 1.1. ЭКОЛОГИЯ И АГРОСФЕРА	6
ТЕМА 1.2. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	7
ТЕМА 1.3. БИОГЕОЦЕНОЗ И ЕГО ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА, ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОСИСТЕМАХ И БИОСФЕРЕ	12
ТЕМА 1.4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ТИПЫ АГРОСИСТЕМ.....	17
ТЕМА 1.5. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АГРОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА ..	20
ТЕМА 1.6. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ.....	27
ТЕМА 1.7. МОНИТОРИНГ И НОРМИРОВАНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	28
ТЕМА 1.8. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ	31
ТЕМА 1.9. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ, ЗНАЧЕНИЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ПРОДУКЦИЯ	34
ТЕМА 1.10. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, РЕЦИКЛИНГ	36
ТЕМА 1.11. ОСНОВЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ И ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА	38
ЧАСТЬ 2	42
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	42
ТЕМА 2.1. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ СМЕШАННОГО ЛЕСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТЕЙШЕЙ ШКАЛЫ.....	42
ТЕМА 2.2. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ	43
ТЕМА 2.3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И УРБООЭКОСИСТЕМ ПО ВЕЛИЧИНЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОГО АППАРАТА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (<i>BETULA PENDULA</i>)	55
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	60

ЧАСТЬ 1

Введение

Предмет, цели и задачи сельскохозяйственной экологии

Современное определение экологии трактуется так: экология – наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой, а также исследующая структуру и функционирование биологических (надорганизменных) систем различного уровня (Маврищев В.В., 2011).

Термин «экология» впервые ввел знаменитый немецкий биолог Э. Геккель (1834 – 1919) в 1866 г., образовав его от двух греческих слов, означающих в переводе «наука о местообитании».

Сельскохозяйственная экология — это комплексная прикладная наука, в основе которой лежит изучение состояния абиотических и биотических компонентов, а также взаимовлияние в различных комбинациях биотических групп и отдельных организмов (бактерии, грибы, вирусы, растения, рыбы, животные) в границах сельскохозяйственной сферы антропогенного воздействия.

В идеале сельскохозяйственная экология стремится раскрыть и познать все многообразие характера взаимодействий между различными биотическими сообществами, определить пределы допустимого воздействия на агроценозы, экологически обосновать использование новых агротехнологий, материалов, сортов растений и пород животных, определить агроэкологический и экономический эффект, прямой или опосредованный ущерб, а также выявить степень влияния качества сельскохозяйственной продукции на здоровье людей и оценить в целом по экологическим параметрам состояние агросферы.

В задачи сельскохозяйственной экологии входит:

- экологическое обоснование необходимого производства качественной продукции растениеводства и животноводства;
- оптимизация использования биоэнергетического потенциала агросистем;
- сохранение и максимальное воспроизводство ресурсного потенциала агросферы;
- минимальное негативное воздействие на биосферный комплекс в целом.

Тема 1.1. Экология и агросфера

1. Основная цель экологии:

2. Основные проблемы аграрного сектора с экологической точки зрения:

3. Значение сельскохозяйственной экологии в современном развитии общества:

4. Как связана сельскохозяйственная экология с фундаментальными и прикладными науками?

Тема 1.2. Окружающая среда и экологические факторы

1. Что понимают под термином «окружающая среда»?

2. Подробно опишите абиотические факторы, раскройте их значение при взаимодействии организмов с факторами окружающей среды:

3. В чем сущность лимитирующего показателя в экологии, как этот показатель учитывается в земледелии, растениеводстве и других сельскохозяйственных науках при постановке модельных опытов, содержании животных?

4. Как экологическая валентность связана с эври - и стенобионтными видами растительного и животного мира, как используется показатель пластичности сорта, породы животного в сельскохозяйственной экологии?

5. В чем проявляется экологическое значение закона толерантности В. Шелфорда? Поясните записи на графике:

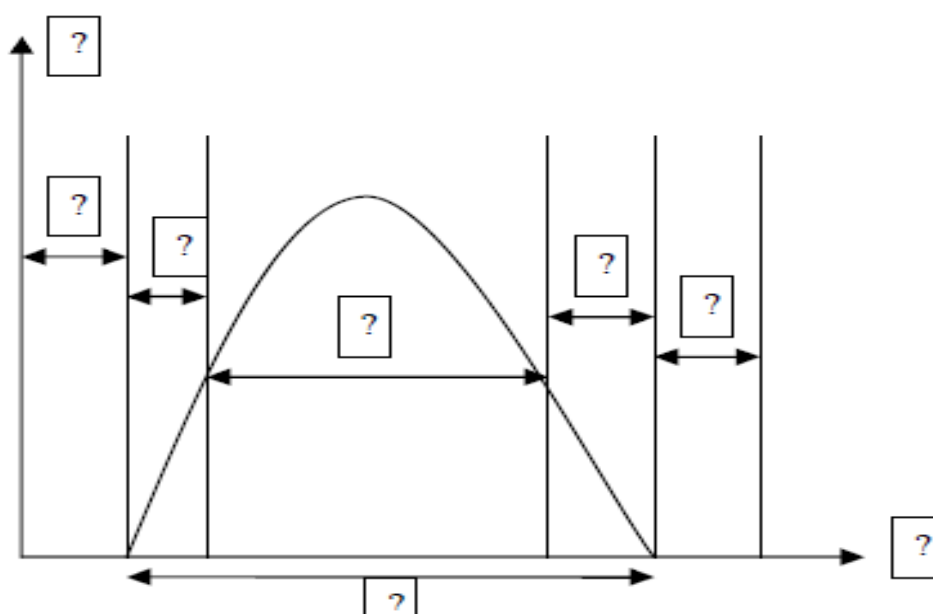


Рисунок 1. Действие экологического фактора на живой организм.

6. Раскройте значение экологического гомеостаза в интенсивных

агроценозах, почему гомеостаз для биологических систем носит динамический характер?

7. Рассмотрите график (рис. 2) зависимости численности божьей коровки (*Coccinellidae*) от температуры окружающей среды.

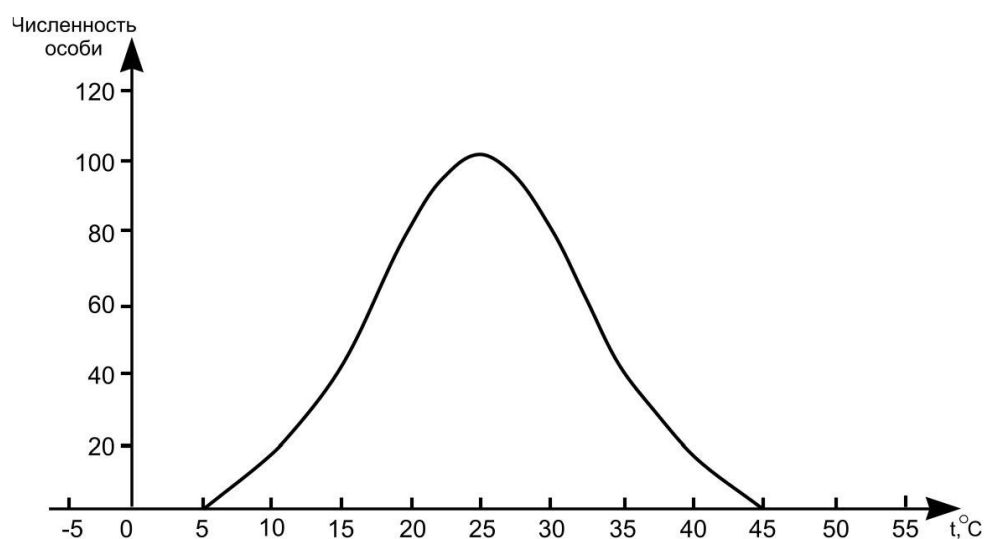


Рисунок 2. Зависимость численности божьей коровки (*Coccinellidae*) от температуры окружающей среды.

Укажите следующие параметры:

Температура, оптимальная для этого насекомого:

Диапазон температур зоны оптимума:

Диапазон температур зоны пессимума
(угнетения):

Две критические точки:

Пределы выносливости вида:

8. Используя рисунок 4, подумайте и запишите, в каком из районов опасность размножения яблоневой плодовой коровки (*Cydia pomonella*) (рис. 3) выше: в районе со средними летними температурами от 20 до 25°C и относительной влажностью 70 – 90% или в районе со средними летними температурами от 30 до 35°C и влажностью 30 – 40%. Какие условия для вида наиболее оптимальны? Что вы можете сказать о возможной родине вида?



Рисунок 3. Яблонная плодожорка (*Cydia pomonella*) – бабочка, сельскохозяйственный вредитель, поражающий плоды яблони, сливы, груши и персика, что становится причиной падалицы, снижения товарности урожая, последующей инвазии патогенами поврежденных плодов.

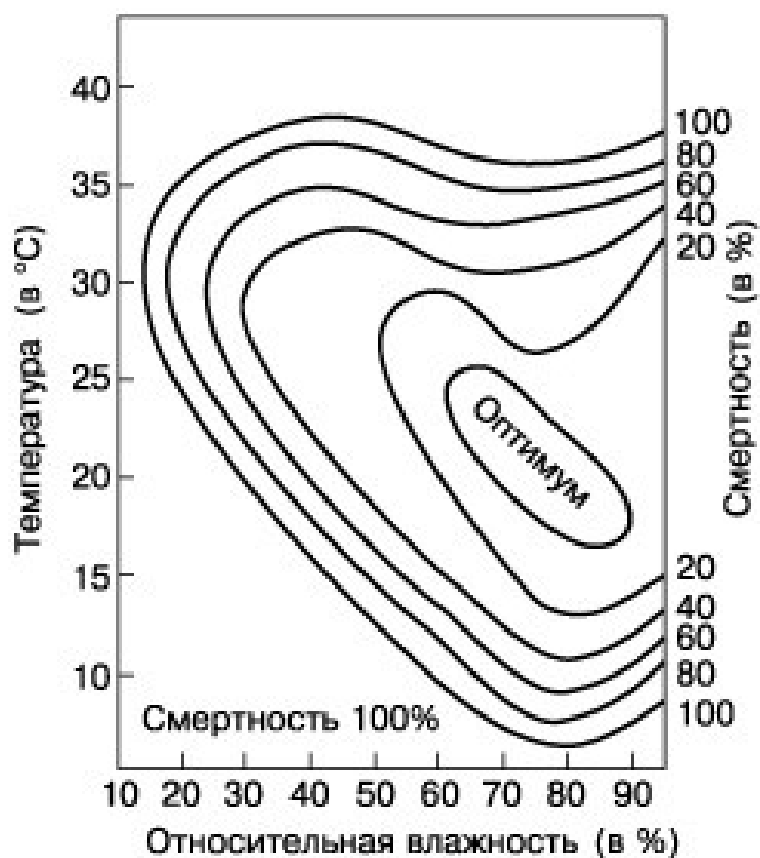


Рисунок 4. Совместное влияние температуры и влажности на смертность куколки яблонной плодожорки (*Cydia pomonella*).

9. Для роста пшеницы нужна температура от 0°C (нижний предел, минимум) до 42°C (верхний предел, максимум), для фасоли – от 9° С до 46°C, для клена остролистного от 7°C до 26°C, для бактерии сенной палочки – от 5°C до 57°C, для

туберкулезной бактерии – от 29°C до 41°C, для жизни рыжего муравья – от 1,5°C до 50°C.

а) какие из данных организмов являются stenothermными, какие eurythermными по отношению к температурному фактору?

б) для каких организмов из числа перечисленных температура почвы 2°C и воздуха 2°C весной будет являться ограничивающим фактором? Почему?

10. Приведите примеры, как влияет эдафический фактор на распространение растений, насекомых, животных?

11. Биотические факторы – это:

12. Подберите к обозначенным в таблице 1 примерам подходящие типы взаимодействий, их определения и соответствующие парные комбинации символов «+», «-», «0»:

Тип взаимодействия:

а) мутуализм (симбиоз); б) комменсализм; в) нейтрализм; г) конкуренция; д) паразитизм; е) аменсализм; ж) хищничество; з) протокооперация.

Взаимодействие двух организмов теоретически можно представить в виде парных комбинаций символов «+», «-» и «0», где «+» обозначает улучшение положения для организма, «-» – ухудшение и «0» – отсутствие значимых изменений при взаимодействии.

Типы биотических взаимоотношений между организмами

Наименование типа взаимодействия	Определение	Обозначение (+/-/0)	Номер примера
			курица и дождевой червь
			опыление цветка шмелем
			крот и воробей
			пшеница и бодяк полевой
			вытаптывание травы овцами на пастбище
			совместные (межвидовые) посевы бобовых и злаковых культур
			яблоня и гриб трутовик
			клевер луговой и клубеньковые бактерии

13. Раскройте термин «интродукция», приведите примеры

Тема 1.3. Биогеоценоз и его организационная структура, понятие об экосистемах и биосфере

Под функциональной организацией биогеоценоза понимается последовательное распределение всех его компонентов по энерготрофическим уровням кормовых (пищевых) цепей, сетей и консорциев, составляющих единую функциональную систему обмена веществ и энергии в рамках биогеоценоза.

1. Запишите определение биогеоценоза:

2. Заполните блоки схемы прямых и опосредованных связей между структурными компонентами биогеоценоза (рис. 5). Отметьте на схеме экотоп, биоценоз и биогеоценоз.

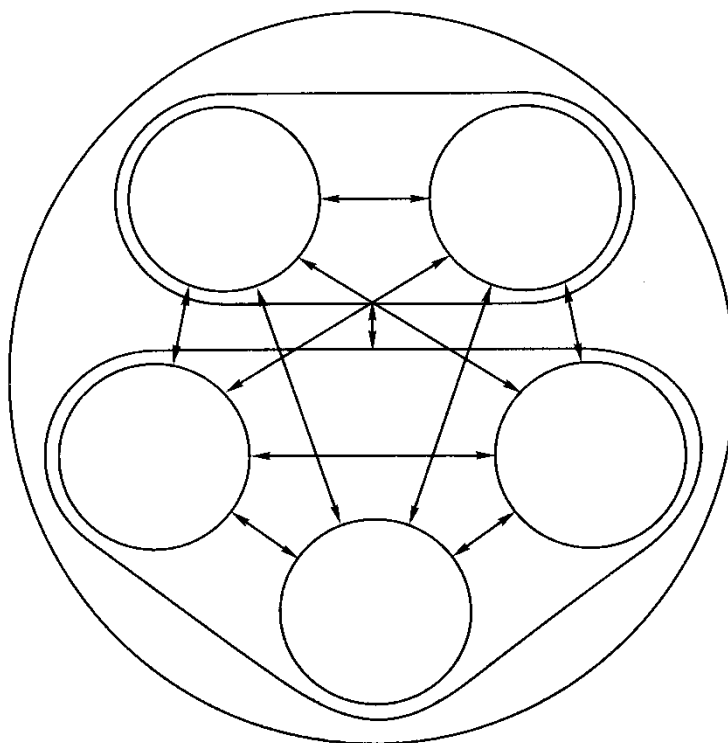


Рисунок 5. Межкомпонентные связи в биогеоценозе.

3. Запишите определение экологической ниши:

4. Какие два компонента биогеоценоза, относящиеся к неживой природе, образуют косное единство – экотоп?

5. Запишите определения синузии и парцеллы:

6. Запишите определение консорции:

Трофические уровни кормовых (пищевых) цепей и консорций в целом, рассматриваемые в свете обмена веществ и энергии в биогеоценозе, объединяются в функциональные группы организмов.

7. Запишите распределение организмов по таким группам:

а) _____;

б) _____;

в) _____.

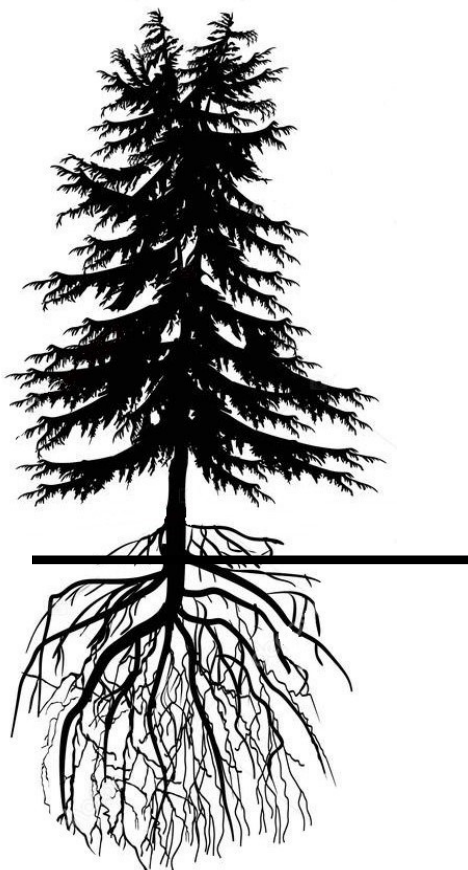


Рисунок 6. Схема консорции хвойного дерева.

8. Подробно опишите трофические уровни в сухопутной и водной экосистемах (на выбор студента):

9. Составьте в тетради схему трофической цепи консорции хвойного дерева (рис. 6). Выделите консументов, которые будут входить в состав консорции.

10. На какие два типа подразделяются пищевые цепи? Подробно опишите их:

11. Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде экологических пирамид. Запишите определение термина «экологическая пирамида»:

12. Опишите три типа экологических пирамид: чисел, биомасс, энергии:

13. Запишите и прокомментируйте закон пирамиды энергии Р. Линдемана:

14. Запишите определение экосистемы по А. Тенсли, приведите примеры:

15. Перечислите основные типы экосистем, опишите их характеристики:

16. Запишите определение биосферы, подробно опишите с примерами типы вещества по В.И. Вернадскому:

17. Перечислите функции живого вещества биосферы, раскройте их смысл:

18. Составьте схему биологического круговорота и опишите функцию каждого компонента в биосферном комплексе:

Тема 1.4. Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства, типы агросистем

Сельскохозяйственное производство – одно из древнейших видов хозяйственной деятельности человека. Несомненно, по характеру интенсивности воздействия на природный комплекс интенсификация земледелия в настоящее время является мощным фактором воздействия, а сельскохозяйственная экология выступает как комплексная наука, которая в определенной степени призвана обеспечить сбалансированное развитие стратегии интенсификации с позиции экологического благополучия в агросфере.

Проработайте лекционный материал и учебные пособия по пройденной теме.

1. Запишите определение системы интенсификации сельскохозяйственного производства:

2. Перечислите факторы интенсификации в агросфере:

3. Подробно опишите типы агроэкосистем, их свойства, особенности функционирования с позиции агроэкологии:

4. Проанализируйте воздействие факторов интенсификации на компоненты агроценоза:

5. Какие признаки являются показателями устойчивого и динамического развития агроэкосистем?

6. Заполните таблицу 2:

Таблица 2

Важнейшие свойства природных экосистем и агроэкосистем

№ п/п	Природные экосистемы	Агроэкосистемы
1	Видовой состав растений определяется географическими и почвенно-климатическими факторами.	
2	Многовидовые по составу населяющей их биоты.	
3	Конкуренция никогда не приводит к полному вытеснению доминирующим видом менее конкурентоспособного вида.	
4	Величина популяции вида ограничивается экологическими ресурсами и регулируется различными формами внутривидовых и межвидовых отношений.	
5	Сложная система регулирования структуры поддерживается соотношением между продуцентами, консументами и редуцентами.	
6	Высокая синхронность в активности растений и почвенных микроорганизмов, придающая экосистеме устойчивость.	
7	Растения накапливают значительную часть питательных веществ для последующей реутилизации. Это предотвращает потери биогенных химических элементов.	
8	Растительный покров и подстилка снижают температуру почвы в период наибольшей биологической активности. Это сокращает потери влаги из-за снижения испарения, а также аккумуляцию биогенных элементов микроорганизмами почвы.	
9	Многоярусность расположения корневых систем отражает распределение воды в почве. Поэтому почвенная влага используется в максимальной степени, а	

	питательные вещества защищены от вымывания.	
10	Травянистый растительный покров (живой или отмерший) ослабляет эродирующую силу дождя, текучей воды, ветра, способствуя накоплению органических и минеральных веществ.	
11	В отсутствие травянистого покрова на поверхности почвы образуется слой из глинистых агрегатов и водорослей или лесная подстилка из опада, которые успешно противостоят водной и ветровой эрозии.	

7. Проанализируйте схему переноса питательных веществ в основные компоненты природных экосистем и агроэкосистем (рис. 7), письменно поясните различия:

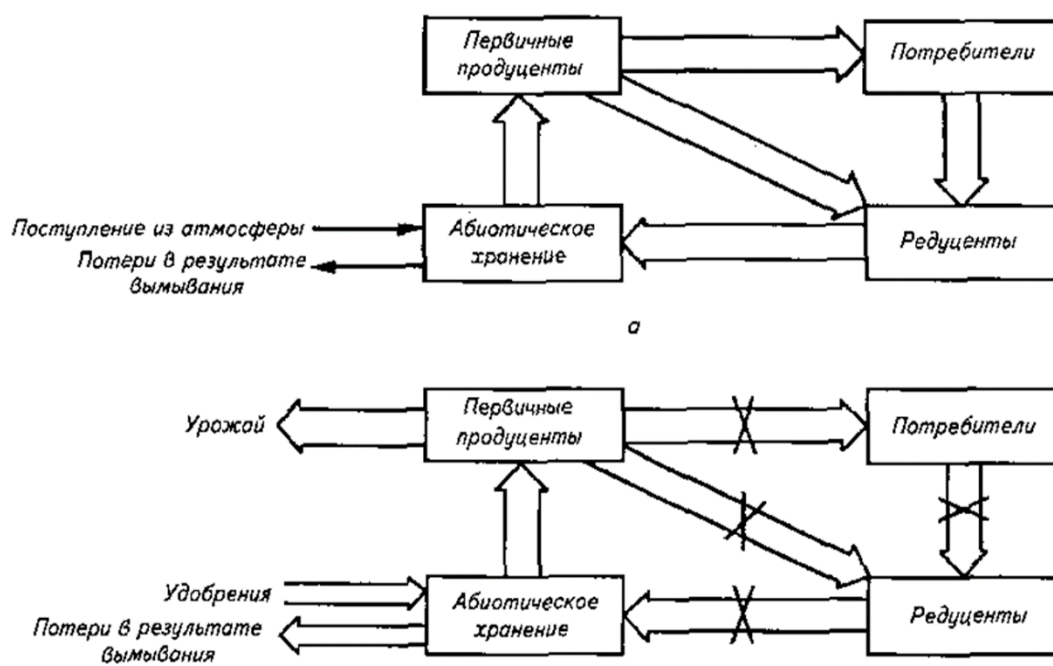


Рисунок 7. Схема переноса питательных веществ в основные компоненты природных экосистем и агроэкосистем (Кросли и др., 1987).

Тема 1.5. Функционирование агроэкосистем в условиях техногенеза

Техногенез – изменение природных комплексов и отдельных ландшафтов под воздействием различной производственной деятельности человека. В последнее время интенсивность техногенеза значительно превышает активность любого другого геологического процесса.

*Название происходит от греч. *techné* — искусство, ремесло, и *genesis* — рождение, происхождение.*

1. Какие экологические факторы определяют функциональную целостность агроэкосистем?

2. Раскройте понятие «загрязнение агроэкосистем»:

3. Что означает термин «продуктивность агроценозов» с экологической точки зрения?

4. Опишите симптомы поражения растений оксидами азота и серы при загрязнении атмосферного воздуха:

5. Опишите круговорот токсикантов в экосистеме и добавьте необходимые пояснения в схемы, изображенные на рисунках 8 и 9.

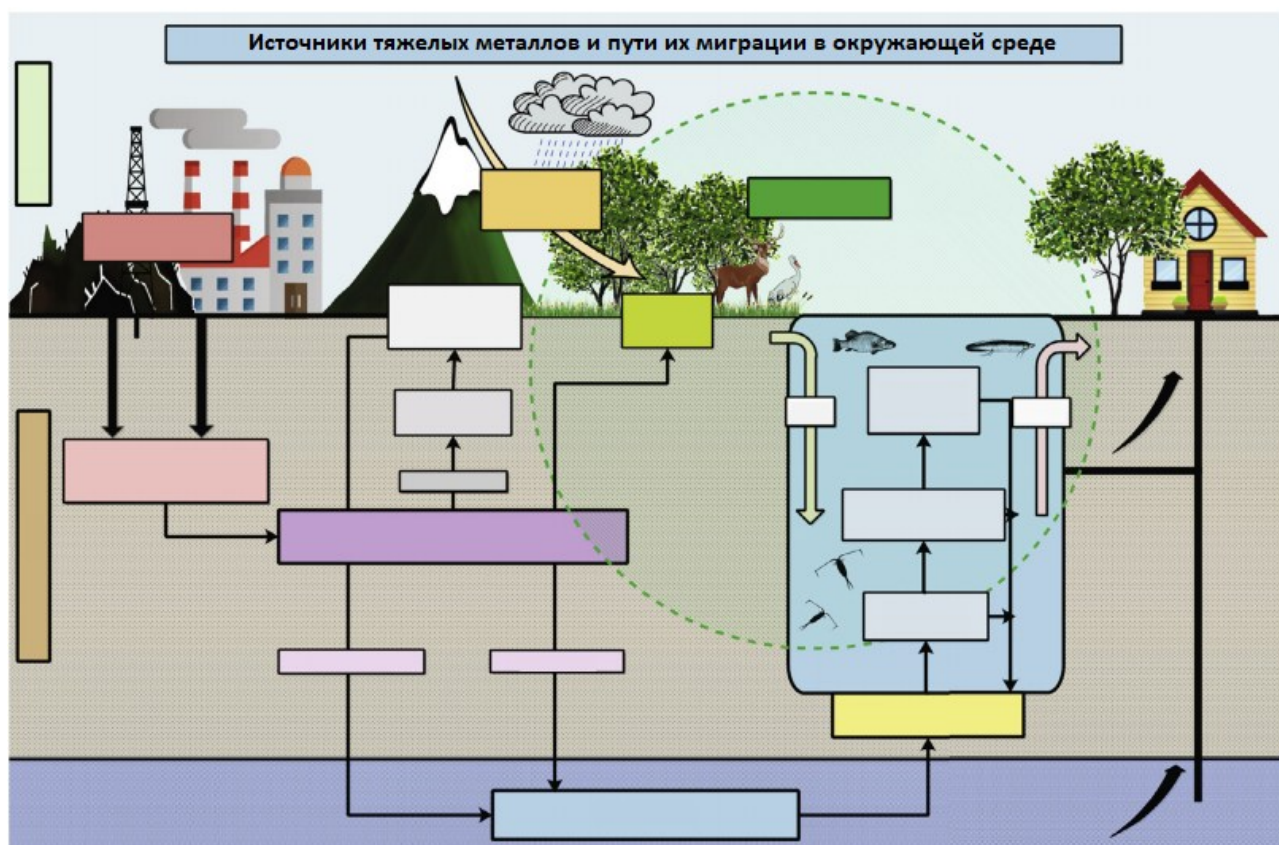


Рисунок 8. Блок-схема распределения тяжелых металлов в основных компонентах окружающей среды.

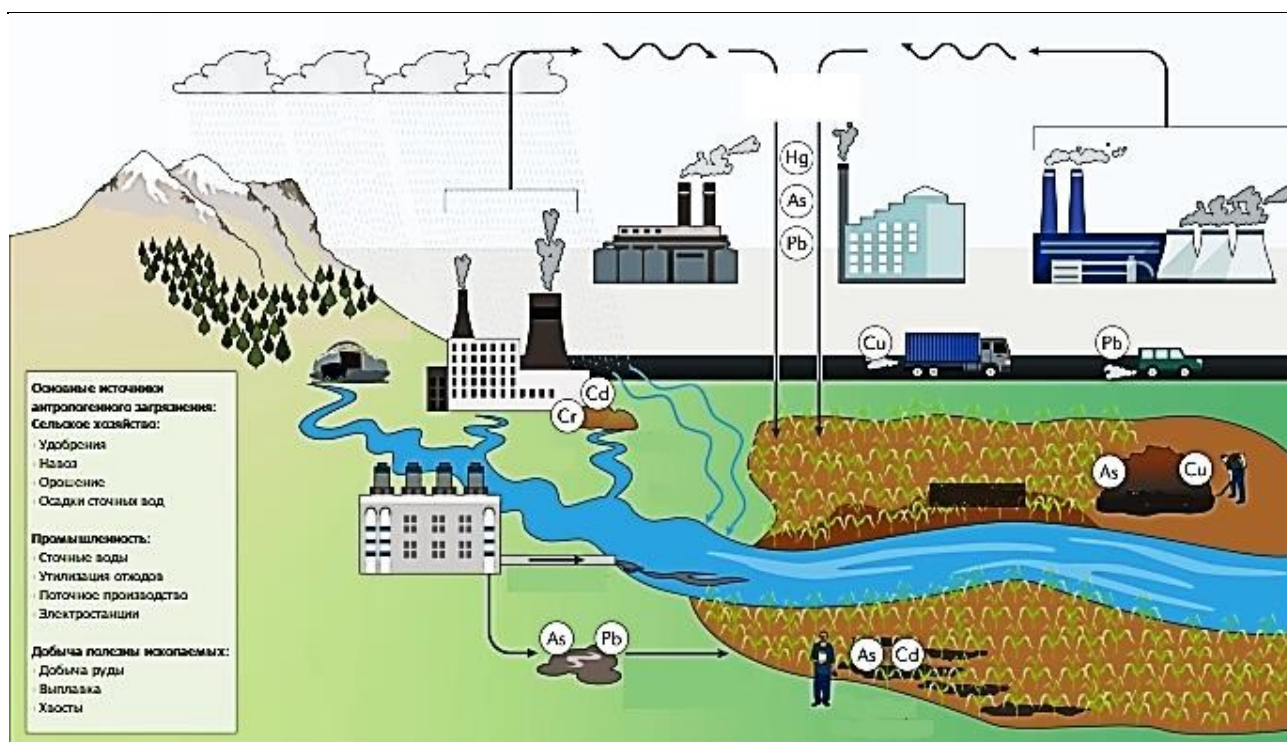


Рис. 9. Блок-схема распределения тяжелых металлов в основных компонентах окружающей среды.

6. Перечислите экологические требования при сооружении типового навозохранилища:

7. Опишите процесс компостирования органических отходов в сельскохозяйственном предприятии:

8. Какие существуют методы очистки и утилизации навозных стоков?

9. Что такое побочные продукты животноводства?

10. Выберите один верный ответ. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 1940 «Требования к обращению побочных продуктов животноводства» использование побочных продуктов животноводства разрешается:

- А) на расстоянии не менее 1000 метров от границ жилой застройки;
- Б) на расстоянии не менее 3000 метров от границ жилой застройки;
- В) на расстоянии не менее 300 метров от границ жилой застройки;
- Г) на расстоянии менее 300 метров от границ жилой застройки.

11. При каких условиях отходы животноводства становятся пригодны для использования в качестве удобрения?

12. Что означает термин «эвтрофикация водоемов», назовите причины и последствия этого явления:

13. Перечислите классификацию вод по степени минерализации и укажите параметры содержания минеральных солей:

14. Опишите процесс минерализации грунтовых вод в агроэкосистеме, укажите причины и последствия, перечислите меры, препятствующие миграции и попаданию водорастворимых солей и оснований в грунтовые воды:

15. По отношению к кислотности почв и отзывчивости на известкование культуры можно разделить на пять групп. Укажите, какие культурные растения относятся к каждой из групп и каковы их требования к реакции почвенной среды:

Первая группа

Вторая группа

Третья группа

Четвертая группа

Пятая группа

16. Обычно пестициды классифицируют в зависимости от их целевого назначения. Приведите такую классификацию пестицидов:

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

17. Поясните термин «машинная деградация почвы»:

18. Какие негативные последствия могут возникнуть при применении азотных удобрений?

19. Как возникает пастбищная дигрессия?

20. Дайте определение понятию «почвенный биотический комплекс» (ПБК):

21. Какова структурно-функциональная организация почвенного биотического комплекса в различных экологических условиях?

22. Что такое почвоутомление? По каким причинам оно возникает?

23. В чём заключается санитарная функция почвы?

24. Какие типы связи и отношений существуют в почвенном биотическом комплексе?

25. Какова роль почвенных микроорганизмов в азотфиксации?

26. В чём заключаются экотоксикологические функции микроорганизмов?

Тема 1.6. Биологические альтернативы в интегрированной защите сельскохозяйственных растений и животных

В культурных экосистемах наблюдается снижение энергетической емкости биоценоза в результате изменения соотношения между продуцентами, консументами и редуцентами.

Односторонняя ориентация на пестициды как главное средство борьбы с вредными объектами приводит к тому, что «выживает сильнейший» — появляется резистентная устойчивость у патогенов, вредителей и сорняков к сильнодействующим препаратам. Таким образом, широкое применение пестицидов не только ослабляет, а, наоборот, усиливает напряженность действия биологических стрессов в агроэкосистемах. Следует также отметить, что пестициды могут ослаблять полевую устойчивость сортов растений к грибным, бактериальным и вирусным инфекциям. Проработайте лекционный материал и специальную учебную литературу по списку, указанному преподавателем.

1. Укажите экологическое значение биометода при защите сельскохозяйственных растений и животных:

2. Перечислите бактериальные и грибные препараты для борьбы с вредителями основных сельскохозяйственных культур, раскройте экологическую мотивацию расширения спектра применения биопрепаратов в агрофере, приведите примеры:

3. Укажите последствия возникновения стресса у животных на фермах, раскройте значение биопрепаратов для повышения иммунитета у сельскохозяйственных животных:

4. Перечислите фитосанитарные культуры и укажите особенности их действия на компоненты агроценозов:

Тема 1.7. Мониторинг и нормирование окружающей среды

Экологические исследования стали проводиться в начале XX века в связи с возрастающим антропогенным воздействием на биосферный комплекс, год от года они все более развивались, а в последние десятилетия ушедшего века исследования в области экологии стали проводиться по специальной программе в рамках международных соглашений и конвенций по охране и сохранению окружающей среды. Важнейшие из них:

✓1972 г. Стокгольмская конференция по охране окружающей среды. Провозглашено право человека на чистую окружающую среду и суверенное право государств на эксплуатацию принадлежащих им ресурсов в соответствии с их собственной политикой в области окружающей среды;

✓1985 г. Венская конвенция об охране озонового слоя;

✓В 1987 г. Монреальский протокол о постепенном сокращении, а затем и полном прекращении выпуска озonoопасных хладагентов. Но проблема продолжала обостряться, и в ноябре 1992 года в Копенгагене на очередной встрече стран - участниц Монреальского протокола была принята более жесткая редакция этого документа;

✓1992 г. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;

✓1992 г. Рио-де-Жанейро - Конвенция о биологическом разнообразии;

✓1998 г. Орхусская конвенция о доступе к экологической информации;

✓1997 г. Киотский протокол рамочной конвенции организации объединенных наций об изменении климата;

✓1998 г. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле;

✓2000 г. Картахенский протокол о биологической безопасности.

Экологический мониторинг — информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

1. Напишите, что следует понимать под нормативной оценкой качества окружающей среды:

2. В Российской Федерации для атмосферного воздуха установлены два основных норматива загрязняющих веществ:

- норматив, рассчитанный на короткий период воздействия загрязняющих веществ. Данный норматив называется _____;

- норматив, рассчитанный на более продолжительный период воздействия (8 часов/сутки по отдельным веществам в год). В Российской Федерации данный норматив устанавливается для 24 часов и называется _____;

- норматив, рассчитанный на небольшой период времени, длительность экспозиции которого (время контакта с загрязненными веществами или средами окружающей среды), этот норматив называется _____.

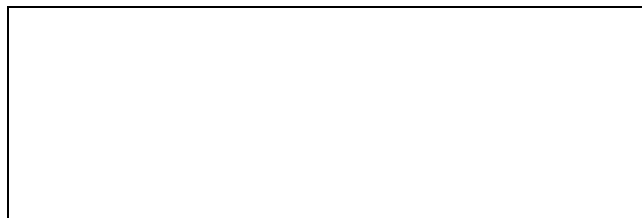


Рисунок 10. Блок-схема системы мониторинга (Израэль, 1984).

3. Приведите характеристики классов опасности загрязняющих веществ для атмосферного воздуха:

- 1 класс - _____;
- 2 класс - _____;
- 3 класс - _____;
- 4 класс - _____.

4. Приведите формулу для расчета индекса загрязненности воды, распишите обозначение символов:



5. Охарактеризуйте показатель для оценки качества атмосферы ИЗА:

6. Заполните блоки схемы системы мониторинга (рис. 10).

7. Поясните основные принципы агроэкологического мониторинга:
комплексность

непрерывность

единство целей и задач

системность исследований

достоверность исследований

одновременность

Тема 1.8. Загрязнение агроландшафтов

*«Почвой следует называть «дневные», или наружные, горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых». Это определение принадлежит знаменитому русскому ученому - почвоведу В.В. Докучаеву. В почве сосредоточен **основной запас питательных элементов, которые в целом определяют потенциал плодородия.** В настоящее время этот показатель существенно снижен вследствие высоких эксплуатационных нагрузок в агросфере и задача агроинженера - эколога заключается в разработке новых концептуальных подходов при разработке элементов и технологий системы земледелия.*

***Агроландшафт** – антропогенный ландшафт, в котором доминируют культурные виды растений, образуя агроценозы. Равновесное состояние агроландшафта поддерживается системой агрономических, мелиоративных и экологических мероприятий.*

1. Укажите причины формирования почвенной корки, раскройте её экологическое значение:

2. Что образуется ниже границ пахотного горизонта суглинистой и глинистой почвы, опишите меры борьбы с этим явлением:

3. Напишите, что означает термин «загрязнение почв»:

На способность почвы выполнять функции основной материальной базы для функционирования высших наземных растений оказывает степень загрязнения плодородного слоя различными химическими элементами, в том числе тяжёлыми металлами. По степени опасности тяжёлые металлы подразделяют на _____ класса.

4. Заполните таблицу 3 в соответствии с классом опасности по каждому металлу – кадмий, ртуть, бериллий, свинец, цинк, кобальт, хром, медь, молибден, никель, ванадий, барий, вольфрам, марганец и стронций:

Таблица 3

Класс опасности	Химическое вещество	ПДК (или ОДК), мг/кг

5. Запишите формулу коэффициента концентрации химического элемента в почве:

$$K_c =$$

6. Рассчитайте показатель суммарного загрязнения почвы тяжёлыми металлами (Z_c), заполните таблицу 4, составьте заключение на основании полученных показателей:

Таблица 4

Валовое содержание (*числитель*) и содержание подвижных форм (*знаменатель*) тяжёлых металлов в дерново-подзолистой супесчаной почве с добавлением разных доз осадка сточных вод (ОСВ), мг/кг

Вариант	Содержание ТМ, мг/кг				
	Pb	Cd	Cu	Zn	$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{c_i} - (n-1)$

Контроль	$\frac{30,5}{4,1}$	$\frac{1,2}{0,1}$	$\frac{32,1}{2,5}$	$\frac{112,6}{8,4}$	
40 т/га ОСВ	$\frac{41,3}{4,3}$	$\frac{2,2}{0,1}$	$\frac{57,1}{3,6}$	$\frac{123,7}{9,6}$	
80 т/га ОСВ	$\frac{55,8}{4,9}$	$\frac{2,3}{0,1}$	$\frac{64,5}{3,8}$	$\frac{175,4}{12,7}$	
120 т/га ОСВ	$\frac{69,7}{5,3}$	$\frac{2,31}{0,12}$	$\frac{76,3}{4,2}$	$\frac{187,0}{25,3}$	
Фоновое содержание	11,3	0,54	25,7	75,8	
ПДК (ОДК)	...	...	...	...	

7. Опишите традиционные и экологические (фиторемедиация) приемы для снижения содержания тяжелых металлов в ризосферной зоне агроценоза, рассчитайте коэффициент биологического поглощения металлов надземной и подземной частью растений белой горчицы. Опишите технологию фиторемедиации:

Проанализируйте аккумулирующую активность растений на основании проведенных расчетов и представленных значений в таблицах 4 и 5, если известно, что на опытном участке по вариантам внесли осадок сточных вод в дозах 40, 80 и 120 т/га.

Расчет коэффициента биологического поглощения (КБП) ведется по формулам:

$$\text{КБП}_{\text{стебли}} = C_{\text{ТМ стебли}} / C_{\text{ТМ почва (подв.)}}$$

$$\text{КБП}_{\text{корни}} = C_{\text{ТМ корни}} / C_{\text{ТМ почва (подв.)}}$$

Результаты расчетов занесите в таблицу 5 (знаменатель).

Таблица 5

Содержание тяжелых металлов (мг/кг) (числитель) и коэффициенты биологического поглощения (знаменатель) в растениях белой горчицы

№ варианта	Вариант (доза ОСВ, т/га)	Часть растения	Металл			
			Свинец	Кадмий	Медь	Цинк
1	Контроль (без ОСВ)	Надземная часть	$\frac{0,53}{\dots\dots\dots}$	$\frac{0,70}{\dots\dots\dots}$	$\frac{15,00}{\dots\dots\dots}$	$\frac{128,53}{\dots\dots\dots}$

		Корни	<u>1,55</u>	<u>0,30</u>	<u>15,92</u>	<u>80,09</u>
2	40	Надземная часть	<u>0,10</u>	<u>0,78</u>	<u>17,79</u>	<u>171,58</u>
		Корни	<u>1,42</u>	<u>0,26</u>	<u>19,78</u>	<u>89,90</u>
3	80	Надземная часть	<u>0,28</u>	<u>0,56</u>	<u>14,23</u>	<u>254,62</u>
		Корни	<u>1,47</u>	<u>0,29</u>	<u>15,73</u>	<u>100,35</u>
4	120	Надземная часть	<u>1,41</u>	<u>1,06</u>	<u>17,47</u>	<u>174,60</u>
		Корни	<u>1,42</u>	<u>0,46</u>	<u>18,74</u>	<u>106,35</u>

Выводы по результатам произведенных расчетов:

Тема 1.9. Экологическое земледелие, возможности, значение.

Экологически безопасная продукция

Существует три основных вида экологического земледелия: органическое, органо-биологическое и биодинамическое. В основе каждого вида экологического земледелия лежит идея о том, что сельскохозяйственные предприятия должны функционировать по подобию самостоятельного организма. Функциональная целостность таких предприятий (ферм) основывается на производстве необходимой продукции растениеводства, животноводства, овощеводства, плодоводства и пчеловодства, также в альтернативных хозяйствах обязательно производят семена и удобрения. Повторное использование отходов, или рециклинг, занимает важное место во всей структуре функционирования хозяйства.

1. Что заложено в основу альтернативного земледелия?

2. Цели альтернативного (биологического) земледелия можно свести к следующим:

3. В каких направлениях реализуется альтернативное земледелие?

4. Основные принципы органического земледелия:

5. Раскройте экологическое значение фитомелиорации как важнейшего фактора по оптимизации расходования биоэнергетического потенциала агроэкосистем и экономии ресурсов биосферы:

6. Опишите значение применения горчицы белой как универсальной фитомелиоративной культуры в экологическом земледелии:

7. Какие актуальные экологические задачи решает вермикультивирование?

8. Дайте определение понятия «экологически безопасная продукция»:

9. Продолжите предложения:
«Среди различных культур, возделываемых человеком, наибольшее количество нитратов содержится в:

«Такие культуры, как _____
отличаются низким содержанием нитратов».

10. Заполните пропуски в предложении:
«Допустимая норма нитратов для взрослого человека составляет _____; летальной дозой является _____».

11. Наиболее частыми загрязнителями пищевых продуктов и фуража являются *микотоксины*. Дайте определение этому понятию:

Тема 1.10. Основы рационального природопользования, рециклинг
Природная среда представляет собой естественное и необходимое условие жизни общества, поэтому заинтересованность в сохранении природной среды, благоприятной для существования, свойственна как обществу в целом, так и каждому человеку в отдельности.

1. Проработайте Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ и Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ.

2. Запишите определения «природопользование» и «природообустройство»:

3. Раскройте понятие рециклинга в различных отраслях промышленности и укажите принцип ресурсосберегающих технологий:

4. Заполните по блокам этапы биологической очистки сточных вод (рис. 11).

5. Подробно проанализируйте представленные в таблице 6 данные.

Таблица 6

Страны	Площадь пашни (млн. га)	Распаханность территории (доля пашни в % от всей площади страны)	Доля страны в общемировой площади пашни, %	Обеспеченность пашней (га на душу населения)
США	185,7	20,3	13,8	0,62
Индия	166,1	55,9	12,3	0,17
Россия	130,3	7,7	9,7	0,92
Китай	92,5	9,9	6,9	0,08
Канада	43,2	4,9	3,4	1,44

Сделайте заключение:

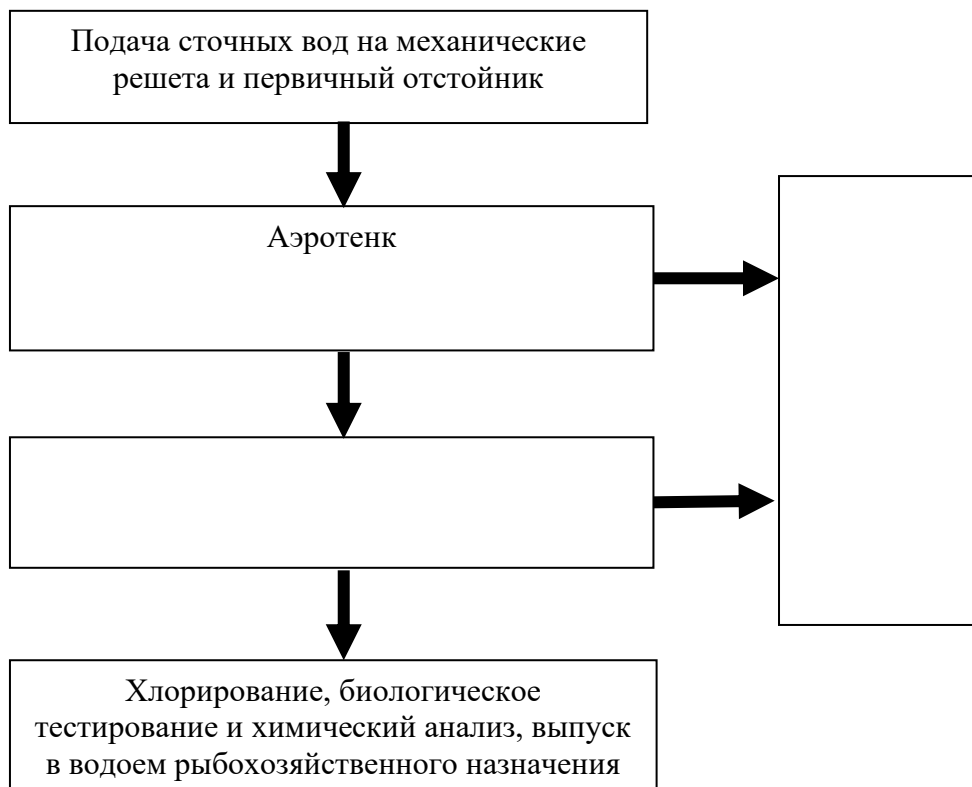


Рисунок 11. Схема биологической очистки сточных вод.

Тема 1.11. Основы охраны природы и природоохранного законодательства

Охрана природы — это система научно обоснованных международных, государственных и общественных мер, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, на защиту природной среды от загрязнения и разрушения в интересах существующих и будущих поколений людей.

Охрана окружающей среды – деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

Правовой основой охраны природы являются Конституция РФ, международные договоры, законы об охране природы и основных компонентов

окружающей природной среды, постановления законодательных учреждений разного уровня.

1. Укажите, в каком году был принят Федеральный закон «Об охране окружающей среды» _____.

2. Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

3. Особой охране подлежат объекты, включенные в Список всемирного культурного наследия и Список всемирного природного наследия:

4. На основании Федерального закона «Об охране окружающей среды» каждый гражданин РФ имеет право (*перечислите*):

5. Запишите определение экологической этики:

6. Запишите определение термина “экологическое преступление” и приведите примеры общих и специальных экологических преступлений:

В ходе исторического развития межгосударственное сотрудничество в области охраны окружающей среды претерпело существенные изменения. Выделяют следующие временные этапы формирования международной системы сотрудничества в области экологии: 1) 1913 – 1948 гг.; 2) 1948 – 1968 гг.; 3) 1968 – 1992 гг.; 4) 1992 г. – по настоящее время.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Тема 1.12 Отходы животноводческого комплекса

Отходы животноводческих комплексов подразделяются на: свежие экскременты животных (твердые, жидкие); экскременты с подстилкой; твердые остатки после просачивания жидкости в почву или испарения во-ды; жидкая фракция, выделяемая из общей массы отходов; твердые остатки после аэробного или анаэробного хранения навоза.

В настоящее время значительная территория, прилегающая к крупным комплексам, вследствие длительного неконтролируемого использования отходов характеризуется нарушением экологического равновесия по ряду признаков: аномально высокое содержание нитратов, подвижных фосфатов, тяжелых металлов в почве, повышенное содержание патогенных микроорганизмов и гельминтов. В связи с этим необходима разработка системы мероприятий по их реабилитации.

ЧАСТЬ 2

Лабораторные работы

Тема 2.1. Оценка состояния древостоя смешанного леса с использованием простейшей шкалы

Лабораторная работа № 1

Оценка состояния древостоя производится для установления влияния антропогенных факторов и прогнозирования судьбы исследуемой лесной экосистемы.

Порядок выполнения работы:

1. Внутри ключевого участка закладывается пробная площадка 100 м².
2. Определяются виды деревьев, растущих на пробной площадке.
3. С помощью шкалы визуальной оценки деревьев по внешним признакам (таблица 7) определяются баллы состояния отдельных деревьев каждого вида b_1 , b_2 , b_3 и т.д.

Таблица 7

Шкала визуальной оценки деревьев по внешним признакам

Балл	Характеристика состояния
1	Здоровые деревья, без внешних признаков повреждения, величина прироста соответствует норме
2	Ослабленные деревья. Крона слабо ажурная, отдельные ветви усохли. Листья и хвоя часто с желтым оттенком. У хвойных деревьев на стволе сильное смолотечение и отмирание коры на отдельных участках.
3	Сильно ослабленные деревья. Крона изрежена, со значительным усыханием ветвей, сухая вершина. Листья светло-зелёные, хвоя с бурым оттенком и держится 1-2 года. Листья мелкие, но бывают и увеличены. Прирост уменьшен или отсутствует. Смолотечение сильное. Значительные участки коры отмерли.
4	Усыхающие деревья. Усыхание ветвей по всей кроне. Листья мелкие, недоразвитые, бледно-зелёные с жёлтым оттенком, оттенком, отмечается ранний листопад. Хвоя повреждена на 60% от общего количества. Прирост отсутствует. На стволах признаки заселения короедами, усачами, златками (буровая мука, отверстие по коре и древесине).
5	Сухие деревья. Крона сухая. Листьев нет, хвоя жёлтая или бурая, осыпается или осыпалась. Кора на стволах отслаивается или полностью опала. Стволы заселены ксилофагами (потребители древесины)

4. Вычисляется средний балл состояния для каждого вида деревьев по формуле:

$$K_j = \frac{\sum b_i}{N_i}$$

где K_i – коэффициент состояния j -го вида деревьев;

b_i – баллы состояния отдельных видов деревьев;

N_i – общее число учтенных деревьев j -го вида;

Σ – сумма.

Приведите расчет среднего балла для каждого вида деревьев на пробной площадке:

5. Коэффициент состояния лесного древостоя в целом (K) определяется как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке:

$$K = \frac{\sum K_j}{R}$$

где: K_j – коэффициент состояния j -го вида;

R – число видов деревьев.

Приведите расчет коэффициента состояния лесного древостоя на пробной площадке:

6. Состояние древостоя леса оценивается по следующим критериям:

$K < 1,5$ – здоровый древостой (1);

$K = 1,6 - 2,5$ ослабленный древостой (2);

$K = 2,6 - 3,5$ сильно ослабленный лес (3);

$K = 3,6 - 4,5$ усыхающий лес (4);

$K > 4,6$ – погибающий лес (5)

7. Запишите вывод по проделанной работе с указанием возможных причин ослабленности древостоя:

Тема 2.2. Показатели качества воды и их определение

Лабораторная работа № 2

Цель работы: освоение методики отбора проб воды из водоемов и подготовка их к анализу при проведении экологического контроля; освоение методов определения качества воды.

Отбор проб воды

Отбор проб воды проводят в соответствии с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб». Метод отбора проб и тип пробы выбирают в зависимости от типа воды, ее напора, потока, температуры, глубины водного объекта, цели исследования и перечня определяемых показателей с таким расчетом, чтобы исключить (свести к минимуму) возможные изменения определяемого показателя в процессе отбора. Из колодцев - на глубине 0,5 - 1 м от поверхности воды, утром до начала разбора и вечером после разбора воды. Из водопроводных кранов, колонок и т.д. выливают застоявшуюся воду в течение 10-15 минут, после чего берут пробу.

Перед взятием пробы бутылку ополаскивают 2-3 раза исследуемой водой, заполняют ее на 2/3 объема, плотно закрывают пробкой и наклеивают этикетку с обозначением номера пробы, места и даты взятия.

Для бактериологического исследования пробы воды берут в стерильные бутылки или пробирки с закрываемыми стерильными пробками.

Для полного лабораторного исследования отбирают не менее 5 л воды, для полевого анализа - около 1 л.

Некоторые обобщенные показатели качества различных видов вод приведены в таблице 8.

Таблица 8

Некоторые обобщенные показатели качества различных видов вод
(по СанПиН 1.2.3685-21, 2.1.4. 1175-02)

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Норматив, не более	Примечание
1	2	3	4	5
Органолептические				
1	Запах	баллы	2-3	Вода питьевая нецентрализованного водоснабжения
2	Привкус	баллы	2-3	
3	Цветность	градусы	30	
Химические				
4	Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000	Вода питьевая централизованного водоснабжения
			1500	Вода питьевая нецентрализованного водоснабжения
5	Жесткость общая	мг-экв/л	7,0	Вода питьевая централизованного водоснабжения
			10,0	Вода питьевая нецентрализованного водоснабжения
6	Нефтепродукты (суммарно)	мг/л	0,1	Вода питьевая централизованного водоснабжения
1	2	3	4	5

7	Водородный показатель (рН)	ед.	6,0 - 9,0	Вода питьевая централизованного и нецентрализованного водоснабжения; водоисточников хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования
8	Растворенный кислород	мг/л	Не должен быть менее 4,0 мг/л в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	Вода поверхностных водоисточников, используемых для централизованного водоснабжения населения, для хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования; морская вода в местах водопользования населения
9	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	мг/л	2,0 (при температуре 20°C)	Вода поверхностных водоисточников, используемых для централизованного водоснабжения населения, для хозяйственно-бытового водопользования
10	Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость, ХПК)	мг/л	15,0	Вода поверхностных водоисточников, используемых для централизованного водоснабжения населения, для хозяйственно-бытового водопользования
			30,0	Вода поверхностных водоисточников, используемых для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
11	Температура	°C	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	Вода поверхностных водоисточников, используемых для централизованного водоснабжения населения, для хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования; морская вода в местах водопользования населения

Нецентрализованным водоснабжением является использование для питьевых и хозяйственных нужд населения воды подземных источников, забираемой с помощью различных сооружений и устройств. Источниками нецентрализованного водоснабжения являются подземные воды, захват которых осуществляется с помощью устройства и специального оборудования водозаборных сооружений общего и индивидуального пользования.

Кратко опишите экологические особенности водоемов, где отбираете пробы (тип водоема, особенности расположения, растительность, антропогенная нагрузка, находящиеся поблизости объекты повышенного экологического риска и т.д.)

2.2.1 Органолептические показатели качества воды и их определение

К числу органолептических показателей относятся те параметры качества воды, которые определяют ее потребительские свойства, т.е. те свойства, которые непосредственно влияют на органы чувств человека (обоняние, осязание, зрение). К органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус и привкус, пенистость.

Органолептическая оценка качества воды — обязательная начальная процедура санитарно-химического контроля качества воды.

Цветность

Цветность — естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др.

Цветность воды определяется визуально или фотометрически, сравнивая окраску пробы с окраской условной 100-градусной шкалы цветности воды, приготавливаемой из смеси бихромата калия $K_2Cr_2O_7$ и сульфата кобальта $CoSO_4$. Для воды поверхностных водоемов этот показатель допускается не более 20 градусов по шкале цветности.

Если окраска воды не соответствует природному тону, а также при интенсивной естественной окраске, определяют высоту столба жидкости, при котором обнаруживается окраска, а также качественно характеризуют цвет воды. Соответствующая высота столба воды не должна превышать: для воды

водоемов хозяйственно-питьевого назначения — 20 см; культурно-бытового назначения — 10 см. Удовлетворительная цветность воды устраняет необходимость определения тех загрязнителей, ПДК которых установлены по цветности (лимитирующий показатель органолептический). К таким загрязнителям относятся многие красители и соединения, образующие интенсивно окрашенные растворы и имеющие высокий коэффициент светопоглощения.

Можно определять цветность и качественно, характеризуя цвет воды в пробирке высотой 10-12 см (например, бесцветная, слабо-желтая, желтая, буроватая и т.д.).

Оборудование: пробирка стеклянная высотой 15-20 см, лист белой бумаги (в качестве фона).

Таблица 9

Цветность воды

Характеристика цветности	Характеристика цветности
Слабо-желтоватая	
Светло-желтоватая	
Желтая	
Интенсивно-желтая	
Коричневатая	
Красно-коричневатая	

Порядок выполнения анализа:

1. Заполните пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Отметьте наиболее подходящий оттенок из приведенных в таблице 9.

Запах

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами.

По происхождению запахи, вкусы и привкусы делятся на две группы (табл. 10):

- естественного происхождения (связаны с наличием живущих в воде организмов, загнивающих растительных и животных остатков, наличием солей, как правило, в морских или подземных водах);
- искусственного происхождения (обусловлены примесями промышленных сточных вод, реагентами процессов водоподготовки, материалами труб и т.д.).

Проанализируйте ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности». Выпишите основные причины возникновения запаха и привкуса в воде. На каких этапах вода может приобрести запах и привкус?

Таблица 10

Характер и интенсивность запаха

Естественного происхождения	Искусственного происхождения
землистый плесневый торфяной травянистый и др.	нефтепродуктов хлорный уксусный фенольный и др.

Таблица 11

Классификация некоторых запахов естественного происхождения
 (по ГОСТ Р 57164-2016)

Характер запаха	Примерный род запаха
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточный
Древесный	Запах мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбий	Рыбьего жира, рыбы
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Запахи, не подходящие под общепринятые определения

Практически все органические вещества (в особенности жидкие) имеют запах и передают его воде. Обычно запах определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды.

Интенсивность запаха оценивают по 5-балльной шкале, приведенной в таблице 11 (ГОСТ Р 57164-2016).

Для питьевой воды допускается запах не более 2 баллов.

Оборудование:

Колба на 250-500 мл с пробкой.

Запах по характеру подразделяют на две группы, описывая его субъективно по своим ощущениям (табл. 11):

1) естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов,

от влияния почв, водной растительности и т.п.)

2) искусственного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды.

Определите интенсивность запаха по пятибалльной шкале (таблица 12), результат впишите в таблицу 15.

Таблица 12

**Качественные параметры для определения характера
и интенсивности запаха (по ГОСТ Р 51164-2016)**

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах очень слабый	1
Слабая	Запах слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах отчетливый, вызывает неодобрительный отзыв о воде и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Порядок выполнения анализа:

1. Заполните колбу водой на 1/3 объема и закройте пробкой.
2. Взболтайте содержимое колбы вращательным движением руки.
3. Откройте колбу и сразу же определите характер и интенсивность запаха, вдыхая воздух.

Мутность

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения.

Мутность определяют фотометрически (турбидиметрически – по ослаблению проходящего света или нефелометрически – по светорассеянию в отраженном свете) путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями. В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать 1,5 мг/дм³ по каолину. Мутность воды определяется не позднее чем через 24 часа после отбора пробы.

Качественный метод определения мутности природного водоема с использованием специального диска, известного как диск Секки, получил распространение благодаря своей простоте. Диск Секки представляет собой диск, отлитый из бронзы (или другого металла с большим удельным весом), покрытый белой краской и прикрепленный к цепи (к не растягивающемуся

инуру) (рис. 12). Диск обычно имеет диаметр 200 мм с шестью отверстиями, каждое диаметром 55 мм, расположенными по кругу диаметром 120 мм. При определении мутности с помощью диска его опускают в воду настолько, чтобы он был едва заметен. Измеряют максимальную длину погруженной цепи (шнура), при которой диск еще заметен.



Рисунок 12. Диск Секки.

В лаборатории мутность воды определяют визуально – по степени мутности столба высотой 10–12 см в мутномерной пробирке (ГОСТ 24902–81).

Оборудование: пробирка стеклянная высотой 10–12 см; лист темной бумаги (в качестве фона).

Порядок выполнения анализа:

1. Заполните пробирку водой до 10–12 см.
2. Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном).

Таблица 13

Мутность воды

Оценка интенсивности мутности	Оценка интенсивности мутности
Мутность не заметна (отсутствует)	
Слабо опалесцирующая	
Опалесцирующая	
Слабо мутная	
Мутная	
Очень мутная	

3. Выберите и отметьте подходящее определение для воды из приведенных в таблице 13.

Прозрачность

Наряду с мутностью, особенно в случаях, когда вода имеет незначительные окраску и мутность и их определение затруднительно, пользуются показателем «прозрачность».

Прозрачность, или светопропускание, воды обусловлена ее цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и минеральных веществ.

Определение прозрачности воды – обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов.

Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа. Последний метод регламентирован ISO 7027:1999 «Качество воды – Определение мутности». Он позволяет судить о прозрачности воды практически в любых условиях и на любом водоеме, независимо от его глубины, наличия мостов, погодных условий. Результаты выражаются в сантиметрах (табл. 14).

Таблица 14

Характеристика вод по прозрачности

Прозрачность	Единица измерения, см
Прозрачная	Более 30
Мало мутная	Более 25 до 30
Средней мутности	Более 20 до 25
Мутная	Более 10 до 20
Очень мутная	Менее 10

Оборудование:

1. Стекланный цилиндр с внутренним диаметром 2,5 см или более и высотой не менее 30 см (желательно 60 см) с дном из плоского отшлифованного или оптического стекла. Цилиндр должен быть снабжен экраном, хорошо защищенным от попадания бокового света.

2. Образец шрифта – четкий шрифт на белом фоне (высота 3,5 мм, ширина 0,35 мм), либо котировочная метка (черный крест на белой бумаге).

3. Линейка, отградуированная в сантиметрах.

Порядок выполнения анализа:

1. Пробу тщательно перемешайте и поместите в цилиндр.

2. Установите цилиндр на высоте около 4 см над образцом шрифта. Добейтесь хорошего освещения шрифта при отсутствии попадания света на боковую поверхность цилиндра.

3. Наблюдая сверху через столб воды, сливая или доливая воду в цилиндр, определите высоту столба, позволяющего отчетливо видеть шрифт (метку).

4. Измеренное значение прозрачности (т. е. столба воды) записывайте с точностью до 1 см. Питьевую воду считают прозрачной, если стандартный шрифт читается через слой воды 30 см и более.

Пенистость

Пенистостью считается способность воды сохранять искусственно созданную пену. Данный показатель может быть использован для качественной оценки присутствия таких веществ, как детергенты (поверхностно активные вещества) природного и искусственного происхождения и др. Пенистость определяют, в основном, при анализе сточных и загрязненных природных вод.

Оборудование: колба вместимостью 500 мл, секундомер.

Порядок выполнения анализа:

1. Колбу вместимостью на 0,5 л заполните на 1/3 водой, взболтайте воду в колбе в течение 30 с. Проба считается положительной, если пена сохраняется более 1 мин. Величина рН воды при этой процедуре должна быть 6,5-8,5 (при необходимости воду нейтрализуют).

2.2.2 Определение химических свойств воды

Определение водородного показателя воды (рН)

Определение величины водородного показателя (рН) служит важным показателем кислотности или щелочности природной воды и является результирующей величиной кислотно-основного взаимодействия ряда ее минеральных и органических компонентов. Следовательно, по величине рН определяется характер среды:

в нейтральной среде: $pH = pOH = 7$;

в кислой среде: $pH < 7$;

в щелочной среде: $pH > 7$

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования, воды водных объектов в зонах рекреации, а также воды водоемов рыбохозяйственного назначения величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5–8,5.

Приближенное значение рН пробы воды можно получить, используя универсальную индикаторную бумагу. Для определения величины рН раствора с помощью рН-метра чаще всего используют стеклянный электрод, ЭДС которого зависит от концентрации ионов водорода в растворе. Стеклянный электрод в паре с электродом сравнения (обычно используется насыщенный хлоридсеребряный электрод) при погружении в анализируемый раствор образуют электрохимическую ячейку. Величина ЭДС в такой ячейке определяется соотношением активностей ионов водорода по обе стороны мембраны.

Оборудование:

1. Универсальная индикаторная бумага, пробирка.
2. Портативный откалиброванный рН-метр, химический стакан.

Порядок выполнения анализа:

1. Налейте в пробирку 2–3 мл исследуемой воды. Определите характер среды, смочив полоску универсальной индикаторной бумаги исследуемой водой. Запишите окраску индикаторов в воде и определите характер среды в воде по шкале:

2. Погрузите электроды портативного рН-метра в стаканчик с исследуемой водой, определите рН. Сравните результат с полученным значением с использованием индикаторной бумаги:

Определение общей жесткости воды

Уровень солесодержания в воде обусловлен качеством воды в природных источниках (которые существенно варьируются в разных геологических регионах вследствие различной растворимости минералов). Кроме природных факторов, на общую минерализацию воды большое влияние оказывают промышленные сточные воды, городские ливневые стоки (особенно когда соль используется для борьбы с обледенением дорог) и т.п.

Принцип действия TDS3 основан на прямой зависимости электропроводности раствора (силы тока в постоянном электрическом поле, создаваемом электродами прибора) от количества растворенных в воде веществ.

Показания прибора выражаются в ppm (parts per million – частиц на миллион) или в мг/л - 1 ppm=1 мг/л.

Различный суммарный уровень растворенных в воде солей кальция (Ca) и магния (Mg) характеризует так называемую общую жесткость воды. Гидрокарбонаты магния и кальция образуют карбонатную (временную) жесткость, которая полностью устраняется при длительном кипячении воды, но переходит в нерастворимый осадок с выделением углекислого газа. Некарбонатная жесткость или остаточная общая жесткость воды остается и является контролируемым и регулируемым параметром систем водоподготовки котловой или подпиточной воды.



Рисунок 13. Шкала для оценки измерений.

Налет или накипь на поверхностях теплообмена, равно как и углекислый газ, ведущий к интенсивной коррозии металлов, являются факторами, существенно влияющими на эффективность парового оборудования, прежде всего паровых котлов. Поэтому глубокое умягчение воды требует последующего удаления образующегося углекислого газа и удаления нерастворимых солей. Углекислый газ высвобождается при нагреве воды и удаляется воздухоотводами. Его наличие контролируется по распределению температуры на поверхности паропровода, например. Нерастворимые соли удаляются из систем периодической продувкой котлов, их содержание в воде контролируется датчиками электропроводимости. Градации для оценки качества воды приведены на рисунке 13.

При жесткости до 4 мг-экв/л вода считается мягкой; от 4 до 8 мг-экв/л - средней жесткости, от 8 до 12 мг-экв/л - жесткой; свыше 12 мг-экв/л - особо жесткой.

Оборудование:

1. Портативный солемер TDS-3 или аналог;
2. Стакан лабораторный калиброванный объемом 250 – 400 мл;

Порядок выполнения анализа:

1. Снимите защитный колпачок с электрода и включите прибор.
2. Нижнюю часть прибора с электродом далее следует поместить в стакан с водой и выдержать не менее 15 секунд. Считайте показания температуры на приборе и запишите.
3. Переведите прибор в режим измерения содержания солей и проведите оценку с пересчётом значений в мг-экв/л с помощью коэффициента 50,05. Результаты запишите.
4. Выполните повторные измерения (не менее 3-х повторностей) и рассчитайте среднее значение.

Результаты анализа воды по маршруту следования представьте в таблице 15. Сравните полученные результаты с нормативными значениями качества воды:

Таблица 15

Сводная таблица определения качества природных вод

Место отбора	Показатель	Полученный результат		Соответствие нормативным значениям
		Единицы измерения	Результат	
	Температура	°С		
	Цветность	-		
	Запах	балл		
	Мутность	-		
	Прозрачность	см		
	Пенистость	+/-		
	pH	ед. pH		
	Жесткость	мг-экв/л		

Составьте письменное заключение о качестве исследованной воды в соответствии с показателями таблицы 15:

Тема 2.3. Сравнительная оценка экологического состояния природных и урбоэкосистем по величине флуктуирующей асимметрии листового аппарата березы повислой (*Betula pendula*)

Методика основана на выявлении, учете и сравнительном анализе асимметрии у разных видов живых организмов по определенным признакам. Определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических структур при использовании меристического (счетного) признака у каждой особи производится путем просчета числа определенных структур слева и справа в указанных границах. Популяционная оценка выражается средней арифметической разности в количестве структур слева и справа. При использовании пластического (мерного) признака у каждой особи измеряют определенные структуры слева и справа. Величина асимметрии вычисляется путем деления разницы в промерах на двух сторонах на их сумму.

Цель работы: выявить наличие антропогенных загрязнений в пределах _____ и _____ районов с контрастной экологической обстановкой с применением морфологических показателей стабильности развития растений (флуктуирующая асимметрия).

Задачи работы:

- измерение асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula*);
- вычисление величины интегрального показателя стабильности развития для березы);
- установление отклонения состояния организма от нормы;
- оценка качества среды.

Гипотеза: чем больше показатель асимметрии у организма, тем в более неблагоприятных экологических условиях данный организм развивался.

Технические средства:

- лупа налобная ТУ 25-2015-0001-88;
- линейка на 10 см с ценой деления 1 мм ГОСТ 427-75;
- транспортир с ценой деления 1 град. ОСТ 6-19-417-80;
- циркуль-измеритель ТУ 25-7203014-91.

Порядок выполнения работы:

1. Для измерения лист березы помещают перед собой брюшной (внутренней) стороной вверх. Брюшной стороной листа называют сторону листа, обращенную к верхушке побега. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (рис. 14).

2. Для исследований требуются циркуль-измеритель, линейка и транспортир. Промеры по признакам 1 - 4 снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками (признак 5) измеряется транспортиром. Для этого центр основания окошка транспортира совмещают с точкой ответвления второй жилки второго порядка от центральной жилки. Эта точка соответствует вершине угла. Кромку основания транспортира надо совместить с лучом, идущим из вершины угла и проходящим через точку ответвления третьей жилки второго порядка. Второй луч, образующий измеряемый угол, получают, используя линейку. Этот луч идет из вершины угла и проходит по касательной к внутренней стороне второй жилки второго порядка. Измерения проводятся в сантиметрах (признаки

1-4) и градусах (признак 5). Результаты исследований заносятся в таблицу (для упрощения расчетов по возможности используют программу Microsoft Excel).

3. Величину асимметрии у растений рассчитывают как отношение разницы в оценках слева и справа к сумме этих оценок.

$$\frac{|L - R|}{|L + R|}$$

4. Рассчитывают среднюю относительную величину асимметрии по всем признакам для каждого листа, сложив относительные величины асимметрии по каждому признаку и поделив эту сумму на число признаков. Затем рассчитывают среднее арифметическое по этому показателю для всех листьев с одной модельной площадки. Полученные величины заносятся в соответствующие графы вспомогательной таблицы.

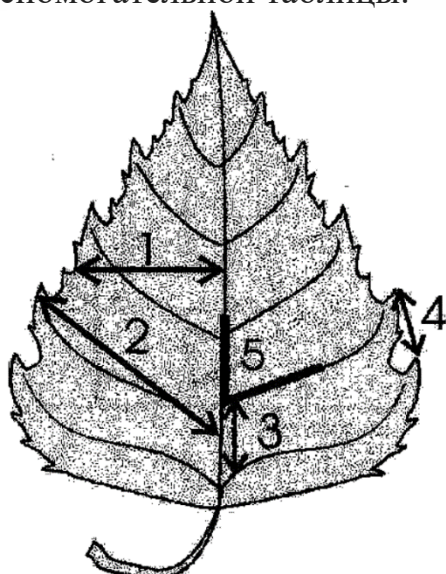


Рисунок 14. Схема морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития березы повислой.

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 измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа;

2 - длина жилки второго порядка, второй от основания листа;

3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;

4 - расстояние между концами этих же жилок;

5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

5. Для вычисления величины асимметрии для каждого листа по всем признакам суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков. Результаты вычислений заносят в последнюю графу вспомогательной таблицы.

6. Для вычисления интегрального показателя стабильности развития – величины среднего относительного различия между сторонами на признак - вычисляют среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждого листа (они занесены в последнюю графу таблицы). Это значение округляется до третьего знака после запятой.

Таблица 16

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

Балл	Значение показателя асимметрии	Качество среды
1	до 0,055	условно нормальное
2	0,055 – 0,060	начальные (незначительные) отклонения от нормы
3	0,060 – 0,065	средний уровень отклонений от нормы
4	0,065 – 0,070	существенные (значительные) отклонения от нормы
5	более 0,070	критическое состояние

7. Полученный интегральный показатель стабильности развития оценивается по пятибалльной шкале, приведенной в таблице 16. Делается вывод о качестве среды в исследуемом районе.

Работу необходимо оформить отдельно от рабочей тетради на листах А4 по схеме: титульный лист с названием работы, введение, описание методики, полученные результаты с расчетами, вывод.

При формулировании выводов необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Каким баллам по шкале оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития соответствует листовой аппарат березы повислой, взятый из разных районов с контрастной экологической обстановкой (природных и урбоэкосистем)?

2. С чем связаны отличия между районами? Есть ли антропогенные источники загрязнения в местах сбора листового аппарата, каково их влияние на качество среды?

3. Спрогнозируйте дальнейшее развитие экологической ситуации вблизи объектов исследования.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2, действуют на всей территории Российской Федерации и устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений, в воздухе рабочей зоны, нормативы качества и безопасности воды, почве населенных мест и сельскохозяйственных угодий.

Таблица 17

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) некоторых химических веществ в почве
(выдержка из СанПиН 1.2.3685-21)**

№ п/п	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК/ОДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
1	2	4	5	6	7
Валовое содержание					
1.	Бенз/а/пирен	$C_{20}H_{12}$	0,02/	Общесанитарный	1
2.	Ванадий	V	150,0/	Общесанитарный	3
3.	Кадмий	Cd			1
	а) песчаные и супесчаные		/0,5		
	б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl <5,5		/1,0		
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl >5,5		/2,0		
4.	Марганец	Mn	1500/	Общесанитарный	3
5.	Медь	Cu			2
	а) песчаные и супесчаные		/33,0		
	б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl <5,5		/66,0		
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl >5,5		/132,0		
6.	Мышьяк	As			1
	а) песчаные и супесчаные		/2,0		
	б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl <5,5		/5,0		
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl >5,5		/10,0		
7.	Никель	Ni			2
	а) песчаные и супесчаные		/20,0		
	б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl <5,5		/40,0		

	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5		/80,0		
8.	Нитраты (по NO ₃)	NO ₃	130,0/	Водно-миграционный	
9.	Ртуть	Hg	2,1/	Транслокационный	1
10.	Свинец а) песчаные и супесчаные	Pb	/32,0		1
	б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5		/65,0		
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5		/130,0		
11.	Сера	S	160,0/	Общесанитарный	
12.	Сурьма	Sb	4,5/	Водно-миграционный	2
13.	Хром шестивалентный	Cr(+6)	0,05/	Общесанитарный	2
14.	Цинк а) песчаные и супесчаные	Zn	/55,0		1
	б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl<5,5		/110,0		
	в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl>5,5		/220,0		
Подвижная форма					
15.	Кобальт	Co	5,0/	Общесанитарный	2
16.	Марганец, извлекаемый 0,1 н H ₂ SO ₄ : Чернозем	Mn	700,0/	Общесанитарный	3
	Дерново-подзолистая: pH 4,0 pH 5,1-6,0 pH 6,0		300,0/ 400,0/ 500,0/		
	Извлекаемый ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8: Чернозем		140,0/		
	Дерново-подзолистая: pH 4,0 pH 5,1-6,0 pH 6,0		60,0/ 80,0/ 100,0/		
17.	Медь	Cu	3,0/	Общесанитарный	2
18.	Никель	Ni	4,0/	Общесанитарный	2
19.	Свинец	Pb	6,0/	Общесанитарный	1
20.	Фтор	F	2,8/	Общесанитарный	1
21.	Хром трехвалентный	Cr(+3)	6,0/	Транслокационный	2
22.	Цинк	Zn	23,0/	Транслокационный	1
23.	Фтор	F	10,0/	Транслокационный	1

Библиографический список

1. Агроэкология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, И.Г. Грингоф, В.Т. Емцев и др. (под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса). - М.: Колос, 2004. - 400 с. - ISBN: 5-9532-0078-1.
2. Вронский, В.А. Экология и окружающая среда: словарь-справочник / В.А. Вронский. – Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2009. – 432 с. - ISBN 978-5-222-16112-8.
3. Куликов, Я.К. Агроэкология: учебное пособие/ Я.К. Куликов. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 319 с. - ISBN: 978-985-06-2079-8.
4. Маврищев, В.В. Общая экология: курс лекций / В.В. Маврищев. – 3-е изд. - Сер. Высшее образование. - М: ИНФРА-М, 2011. – 299 с. - ISBN: 978-5-16-004684-6.
5. Природные и промышленные воды: методические указания к лабораторным работам /сост. Е.Н. Калюкова. – Ульяновск УГТУ, 2013. – 55 с.
6. Радиационная экология / Ю. В. Леонова, М. В. Тютюнькова, М. В. Тихонова [и др.]. – 2-е издание, исправленное и дополненное. – Калуга : ИП Якунина В.А., 2024. – 138 с. – ISBN 978-5-605-06009-3. – EDN PSZOIW.
7. Интерактивный модульный курс «Оценка воздействия удобрений, пестицидов и мелиорантов на окружающую среду» : Учебное пособие / О. А. Соколов, В. А. Черников, Е. Б. Таллер [и др.]. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : ООО Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2023. – 181 с. – ISBN 978-5-00129-319-4. – EDN PDFOXK.
8. Охрана окружающей среды / В. А. Раскатов, И. В. Андреева, С. Ю. Ермаков [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – 178 с. – EDN WJYBXH.
9. Лабораторный практикум по экологии / Е. Б. Таллер, М. А. Яшин, М. В. Тихонова, А. В. Бузылев. Том Часть I. – Москва : ДПК Пресс, 2021. – 106 с. – ISBN 978-5-91976-211-9. – EDN PLWJGV.
10. Почвы и ноосфера : Монография. Научное электронное издание / Е. Р. Абрамова, И. А. Аднан, А. В. Базаров [и др.] ; Министерство науки и высшего образования РФ, Дальневосточный федеральный университет, Российская академия наук, Дальневосточное отделение, ФНИЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии, Общество почвоведов им. В.В. Докучаева, Дальневосточное отделение общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Far Eastern Climate Smart Lab. – Владивосток : Дальневосточный федеральный университет, 2019. – 409 с. – ISBN 978-5-7444-4707-6. – EDN LMCWKD.
11. Резакина, А. В. Экологическая оценка ценопопуляций краснокнижных растений музея-заповедника "Царицыно" / А. В. Резакина, М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 3(63). – DOI 10.51419/202143326. – EDN MORUZI.
12. Экологическая оценка состояния древостоя на территории природно-исторического парка «Царицыно» / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев, Я. С. Жигалева [и др.] // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 3. – С. 52-60. – DOI 10.26897/2949-4710-2024-2-3-52-60. – EDN XNWJSA.

**Е.Б. Таллер, Д.В. Морев, А.М. Ярославцев,
М.Т. Спыну, О.С. Латышева**

Рабочая тетрадь по дисциплине «Сельскохозяйственная экология»: учебно-
методическое пособие

Подписано в печать 02.04.2025г. формат 60х90/8

Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman

Объем 8п.л. Тираж 500 экз. Заказ 62

Издательство ИП Якунина Василиса Алексеевна

Отпечатано в типографии

РИА «Калужский Печатный двор»

248021, г. Калуга, ул. Московская, 247, корпус 65

Тел.: +7 (910) 5-999-888