

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт инженерной и экологической безопасности

Н.Г. Шерышева, Л.Н. Горина

ЭКОЛОГИЯ

Электронное учебно-методическое пособие



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет», 2022

© Институт экологии Волжского бассейна РАН –
филиал ФГБУН Самарского федерального
исследовательского центра РАН, 2022

ISBN 978-5-8259-1070-3

УДК 574 (075.8)
ББК 20.1я73

Рецензенты:

д-р биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник
Института экологии Волжского бассейна РАН *Т.М. Лысенко*;
канд. техн. наук, доцент, доцент департамента магистратуры
института инженерной и экологической безопасности
Тольяттинского государственного университета *А.В. Щипанов*.

Шерышева, Н.Г. Экология : электронное учебно-методическое пособие / Н.Г. Шерышева, Л.Н. Горина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1070-3.

В пособии рассмотрены основные законы экологии, закономерности формирования структуры и функционирования природных экосистем, влияние современной антропогенной деятельности на биосферу, основы законодательства в области охраны природной среды, ключевые направления концепции устойчивого развития.

Пособие предназначено для проведения лабораторных занятий по курсу «Экология», а также оказания помощи студентам в организации самостоятельной работы при изучении данной дисциплины.

Предназначено для студентов, обучающихся по всем направлениям подготовки бакалавров и специальностям очной формы обучения высшего образования.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Экология».

Сведения о нормативных правовых документах представлены по состоянию на 01.01.2022.

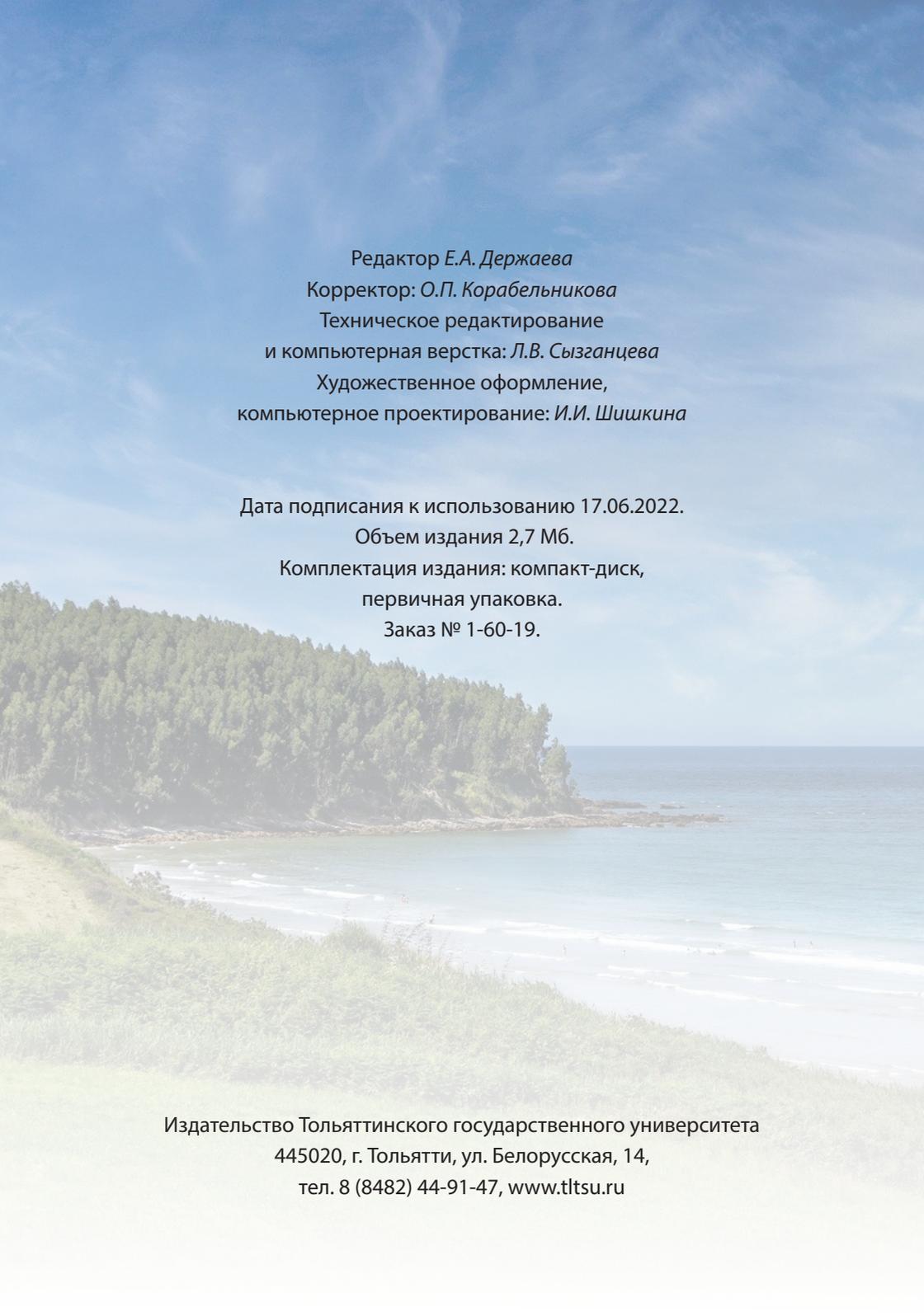
Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8/10; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2022

© Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра РАН, 2022



Редактор *Е.А. Держаева*
Корректор: *О.П. Корабельникова*
Техническое редактирование
и компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 17.06.2022.

Объем издания 2,7 Мб.

Комплектация издания: компакт-диск,
первичная упаковка.

Заказ № 1-60-19.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 44-91-47, www.tltsu.ru

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	9
Часть I. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»	16
Лабораторная работа 1. Экологические факторы. Среды жизни	16
Лабораторная работа 2. Расчет ПДВ и концентраций загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу	24
Лабораторная работа 3. Электромагнитное загрязнение атмосферного воздуха: нормируемые параметры, предельно допустимые уровни, расчет энергетических экспозиций электромагнитных полей	45
Лабораторная работа 4. Водные экосистемы. Охрана водных объектов от загрязнения и засорения	54
Лабораторная работа 5. Оценка экологического состояния водоемов по микробиологическим показателям	64
Лабораторная работа 6. Классификация деградационных процессов в почвах	82
Лабораторная работа 7. Концепция экосистемных услуг в структуре социо-эколого-экономической системы	90
Лабораторная работа 8. Международное сотрудничество в сфере биосферного климата	105
Лабораторная работа 9. Экология региона	116
Часть II. ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»	125
Виртуальная лабораторная работа 1. Исследование физических показателей качества воды	125
Виртуальная лабораторная работа 2. Определение актуальной и потенциальной кислотности почв	129
Виртуальная лабораторная работа 3. Методы очистки воды	134

Виртуальная лабораторная работа 4. Определение органического вещества в биомассе растений и почве	138
Виртуальная лабораторная работа 5. Определение токсичности на инфузориях	142
ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ	147
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	150
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	152
Приложение 1	158
Приложение 2	159

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие ориентировано на подготовку студентов по дисциплине «Экология». Главным объектом изучения в экологии являются экосистемы – природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания. Современный подход к задачам экологии обозначил развитие новых научных направлений – инженерной экологии, биотехнологии, генной инженерии, геоэкологии и других наук. Любое вмешательство в окружающую среду может привести к непредвиденным последствиям. Важно учитывать состояние природных комплексов: свойства ландшафта данной местности, степень увлажненности, характер растительности, продуктивность экосистемы и многие другие факторы, от которых зависит устойчивость экосистем к техногенным воздействиям.

В пособии предлагается ряд лабораторных работ, выполнение которых обеспечивает развитие навыков системного анализа и обработки экологической информации, закрепление и совершенствование знаний, применяемых в региональной экологии и смежных направлениях, способствует формированию экологической культуры. Рассматриваются основные направления концепции устойчивого развития, предлагаются ноосферные нормы поведения людей для реализации гармоничных отношений общества и природы.

Цель изучения дисциплины – формирование профессиональных компетенций в области современного экологического мировоззрения и базы знаний в сфере экологии; освоение и мотивация к реализации новых подходов к решению проблемы разумного сосуществования человека и биосферы как единой целостной системы.

Задачи дисциплины

1. Сформировать у обучающихся базу знаний по классической экологии, благодаря которой становится возможным понимание природных механизмов биотической регуляции окружающей среды.
2. Дать представление о влиянии современной антропогенной деятельности на биосферу и о масштабах загрязнения окружающей среды.

3. Дать понимание рационального природопользования, принципов и механизмов обеспечения экологической безопасности.
4. Изучить основные нормативно-правовые документы экологического законодательства.
5. Дать современное представление о концепции устойчивого развития.

В результате изучения курса студенты будут знать основные законы общей экологии, закономерности формирования структуры и функционирования природных экосистем; законодательно-правовые и нормативные основы обеспечения экологической безопасности; базовые основы международного экологического сотрудничества; принципы устойчивого, экологически безопасного развития.

Студенты получают представление о видах, причинах и источниках загрязнения окружающей среды, методах защиты атмосферы, гидросферы и литосферы; способах управления хозяйственной деятельностью по охране окружающей природной среды, о концепции экосистемных услуг в структуре социо-эколого-экономической системы.

По итогам изучения курса студенты будут уметь применять законы экологии, пользоваться нормативными документами в области обеспечения экологической безопасности окружающей среды, оценивать изменения окружающей среды под воздействием антропогенных факторов, определять возможные меры предотвращения экологического кризиса, пользоваться базой данных эколого-информационных систем.

В результате освоения практического материала пользователи курса смогут овладеть навыками анализа, обобщения и систематизации экологической информации, оформления экологической документации в профессиональной деятельности, смогут применять алгоритм оценки экологического состояния экосистем; получат навыки экологической кластеризации регионов, расчета показателей загрязнения окружающей среды, социо-эколого-экономического анализа и классификации природного капитала и экосистемных услуг.

Экология относится к базовой части профессионального цикла дисциплин ФГОС ВО и тесно связана с освоением высшей математики, физики, химии и безопасности жизнедеятельности. Учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения экологии, — промышленная экология, управление техносферной безопасностью, управление экологической безопасностью, природоохранная деятельность по снижению загрязнения водной среды, природоохранная деятельность по обращению с отходами производства и потребления, природоохранная деятельность по снижению загрязнения воздушной среды, экологический и аналитический контроль, урбоэкология.

Знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса), необходимы для формирования следующих компетенций выпускника:

- владение компетенциями ценностно-смысловой ориентации (понимание ценности культуры, науки, производства, рационального потребления);
- владение культурой безопасности и рискоориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности;
- способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды;
- готовность использовать знания по организации охраны окружающей среды и безопасности.

В данное пособие включены виртуальные лабораторные работы, которые используются в учебном процессе в соответствии с рабочими программами дисциплины «Экология».

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Тема 1. Основные положения классической экологии</p>	<p>Отчет по лабораторной работе 1. Экологические факторы. Среды жизни</p>
<p>Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу</p>	<p>Отчет по лабораторной работе 2. Расчет ПДВ и концентраций загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу</p>
	<p>Отчет по лабораторной работе 3. Электромагнитное загрязнение атмосферного воздуха: нормируемые параметры, предельно допустимые уровни, расчет энергетических экспозиций электромагнитных полей</p>
	<p>Отчет по лабораторной работе 4. Водные экосистемы. Охрана водных объектов от загрязнения и засорения</p>
	<p>Отчет по лабораторной работе 5. Оценка экологического состояния водоемов по микробиологическим показателям</p>
	<p>Отчет по лабораторной работе 6. Классификация деградационных процессов в почвах</p>
<p>Тема 3. Современная концепция устойчивого развития</p>	<p>Отчет по лабораторной работе 7. Концепция экосистемных услуг в структуре социо-эколого-экономической системы</p>
	<p>Отчет по лабораторной работе 8. Международное сотрудничество в сфере биосферного климата</p>
	<p>Отчет по лабораторной работе 9. Экология региона</p>

Модуль 1

Тема 1. Основные положения классической экологии

Цель – получить теоретические знания в области классической экологии, получить представление об экосистеме, о концепции биосферы В.И. Вернадского.

Задачи

1. Изучить базовые понятия общей экологии, основы факториальной экологии, законы экологии, структуру и механизмы функционирования сообществ.
2. Определить влияние экологических факторов на живые организмы и особенности сред жизни.
3. Выявить особенности среды обитания живых организмов.

При работе над модулем студентам рекомендуется начать изучение теоретического материала, изложенного в лекциях и лабораторных работах.

Необходимо уделить особое внимание применению законов и теоретических положений классической экологии в решении практических задач в сфере взаимодействия с окружающей природной средой, применению знаний природных закономерностей в антропогенных экосистемах.

Изучив данный модуль, студент должен:

- *знать* основные понятия и законы классической экологии; классификацию экологических факторов; структуру сообществ, принципы функционирования экосистем, строение биосферы;
- *уметь* применять законы классической экологии в направлении гармоничного развития общества и природы;
- *владеть* навыками классификации экологических факторов с учетом их влияния на живые организмы, определения свойств и особенностей среды обитания.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический материал по теме 1:
 - лекция 1.1 «Цели и задачи дисциплины «Экология». Экологические факторы»;
 - лекция 1.2 «Сообщества, формы биотических отношений в сообществах. Структура сообществ»;

- выполнить лабораторную работу 1;
- оформить отчет по лабораторной работе;
- ответить на вопросы.

Вопросы по теме 1

1. Какие стратегические задачи решает классическая экология?
2. В чем состоит принцип классификации экологических факторов?
3. Дайте определение популяции. Назовите основные характеристики популяции.
4. Что такое биотоп и экологическая ниша?
5. Какие существуют типы биотических взаимодействий?
6. Что такое среда обитания?
7. В чем заключается адаптация живого организма к окружающей среде?
8. В чем состоит суть закона толерантности?
9. Что изучает экология?
10. Что такое экологический фактор?

Модуль 2

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Цель – получить представление о современном состоянии биосферы и проблемах загрязнения окружающей среды, освоить практические навыки оценки антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

Задачи

1. Изучить виды и источники загрязнений биосферы.
2. Изучить современные технологии переработки отходов.
3. Изучить принципы и механизмы охраны окружающей среды.
4. Получить практические навыки оценки экологического состояния окружающей среды.
5. Освоить принципы социо-эколого-экономического районирования территории.
6. Изучить основные направления международного сотрудничества в сфере предотвращения изменения биосферного климата.

При работе над модулем студентам рекомендуется начать изучение теоретического материала, изложенного в лекциях и лабораторных работах.

Необходимо сосредоточить внимание на мероприятиях по защите окружающей среды и основных направлениях государственной экологической политики.

Изучив данный модуль, студент должен:

- *знать* причины, виды и источники загрязнения окружающей среды, компоненты глобального экологического кризиса, основные загрязнители атмосферного воздуха, водной среды и почв, основные нормативно-правовые документы законодательства в сфере охраны окружающей среды; нормативную документацию в области охраны атмосферного воздуха, водных объектов и земель, основные инициативы международного экологического сотрудничества;
- *уметь* применять полученные знания в области охраны природы, классифицировать деградационные процессы в почвах, производить расчеты концентраций вредных веществ в выбросах в атмосферу;
- *владеть* навыками оценки ПДВ в атмосферу, выбора соответствующей аппаратуры для очистки выбросов, оценки экологического состояния водоемов, социо-эколого-экономической оценки экосистем.

При работе над модулем студентам рекомендуется изучение нормативных документов:

- Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 30.12.2021);
- Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ред. от 11.06.2021);
- Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 30.12.2021);
- Земельного кодекса Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2021);
- Закона РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (ред. от 11.06.2021);
- Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 30.12.2021).

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический материал по теме 2:
 - лекция 2.1 «Проблемы загрязнения окружающей среды. Виды и источники загрязнений»;
 - лекция 2.2 «Защита гидросферы. Способы защиты гидросферы»;
 - лекция 2.3 «Загрязнение литосферы. Современные технологии переработки отходов»;
 - лекция 2.4 «Природоохранное законодательство и экономические механизмы охраны окружающей среды»;
 - лекция 2.5 «Управление хозяйственной деятельностью по охране окружающей природной среды»;
- выполнить лабораторные работы 2–6;
- оформить отчет по лабораторным работам;
- ответить на вопросы.

Вопросы по теме 2

1. Какие аппараты применяют для очистки выбросов в атмосферу?
2. Какие загрязняющие вещества содержатся в промышленных выбросах?
3. Основные загрязняющие вещества в производственных и бытовых сточных водах.
4. В чем заключается принцип биологических методов очистки сточных вод?
5. Что относится к отходам производства и потребления?
6. В чем заключается принцип биотического круговорота в экосистеме?
7. Что такое экосистема?
8. Компоненты экосистемы.
9. Что такое экологический менеджмент?
10. Основные элементы управления качеством окружающей среды.
11. Источники загрязнения водных объектов.
12. Какими свойствами характеризуется качество воды?
13. Что представляет собой мониторинг водных объектов?
14. Принципы функционирования природных экосистем.
15. Основные законы в области охраны природной окружающей среды.

Модуль 3

Тема 3. Современная концепция устойчивого развития

Цель – изучение концепции международной стратегии устойчивого развития, способствующей формированию экологического мировоззрения, основ региональной экологии; получение навыков оценки антропогенной нагрузки на территорию.

Задачи

1. Изучить основные направления и принципы концепции устойчивого развития.
2. Получить практические навыки определения антропогенной нагрузки и экологической емкости территории.
3. Провести социо-эколого-экономическую кластеризацию регионов Среднего Поволжья.

При работе над модулем студентам рекомендуется начать изучение теоретического материала, изложенного в лекциях и лабораторных работах.

Необходимо концентрировать внимание на получении практических навыков работы с базой данных, анализа и обобщения экологической информации.

Изучив модуль, студент должен:

- *знать* направления и принципы концепции устойчивого развития, особенности региональной экологии, цели и задачи эколого-информационной системы;
- *уметь* проводить социо-эколого-экономическую кластеризацию территории, принимать решения по обеспечению экологической безопасности;
- *владеть* навыками системного подхода к решению задач по снижению экологического неблагополучия в профессиональной деятельности; оценки показателей антропогенной нагрузки на территории региона Волжского бассейна.

При работе над модулем студентам рекомендуется изучение нормативных документов:

- Конституции Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020);
- Федерального закона от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (ред. от 11.06.2021);

- Федерального закона от 24.04.1995 № 52 «О животном мире» (ред. от 11.06.2021);
- Парижского соглашения по климату, принятого 12 декабря 2015 года по итогам 21-й конференции Рамочной конвенции об изменении климата (РКООНИК) в Париже.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический материал по теме 3:
 - лекция 3.1 «Структура экосистемы, потоки энергии в экосистеме»;
 - лекция 3.2 «Границы, структура, функции биосферы»;
 - лекция 3.3 «Концепция устойчивого развития экосистем»;
- выполнить лабораторные работы 7–9;
- оформить отчет по лабораторным работам;
- ответить на вопросы.

Вопросы к теме 3

1. Что следует понимать под специфическими закономерностями региональной экологии?
2. В каких целях применяются эколого-информационные системы (ЭИС)?
3. Общие положения теории В.И. Вернадского о ноосфере.
4. По какому принципу осуществляется районирование территории Волжского региона?
5. В чем заключается триединая концепция устойчивого развития?
6. Основные направления преодоления биосферных противоречий.
7. Какие основные положения рассматриваются в ЮНЕП – Программе ООН по окружающей среде?
8. Основные положения концепции устойчивого развития.

Виртуальные лабораторные работы

Для выполнения виртуальной лабораторной работы вам необходимо получить доступ к виртуальному рабочему столу в системе Росдистанта ТГУ. Для доступа к виртуальному рабочему столу понадобится специальная программа – VMware Horizon. Войти в виртуальную лабораторию для выполнения лабораторной работы можно с Росдистанта. Далее следуйте указаниям программы VMware Horizon.

Часть I. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»

Лабораторная работа 1 Экологические факторы. Среды жизни

Тема 1. Основные положения классической экологии

Задание

Изучить влияние экологических факторов на живые организмы и особенности сред жизни. Соотнести экологические факторы и состояние живых организмов.

Учебные вопросы

1. Что такое среда обитания?
2. На какие группы делят экологические факторы?
3. Что такое биотические взаимодействия?
4. Какие бывают среды жизни?
5. Что такое адаптация живых организмов к среде обитания? Приведите пример.

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал.
2. Заполните табл. 1.1.
3. Изучите среды жизни, их свойства, отличительные особенности адаптации живых организмов к определенной среде жизни. Заполните табл. 1.2. В последнюю графу табл. 1.2 вносятся названия живых организмов, обитающих в данной среде. Например, в водной среде – планктон, nekton и т. д.
4. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненные табл. 1.1, 1.2 и ответы на учебные вопросы) и представьте его на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Под **средой обитания** понимают часть природы, которая окружает организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Свойства и состав среды многообразны и изменчивы. На организм действует множество элементов среды обитания. Элементы среды, необходимые организму или отрицательно на него воздействующие, называются экологическими факторами.

Экологические факторы подразделяются на три группы:

- 1) абиотические;
- 2) биотические;
- 3) антропогенные.

Абиотические факторы — все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы. Среди них световое излучение, давление, влажность воздуха, рельеф местности, течения, соленость воды, температура и др.

Биотические факторы — все формы воздействия живых существ друг на друга. Каждый организм испытывает на себе прямое или косвенное влияние других живых существ, вступает в связь с особями своего вида и других видов — растениями и животными, зависит от них и сам оказывает на них воздействие. Среди них растения, животные, микроорганизмы.

Антропогенные факторы — это все формы деятельности человека, которые приводят к изменению природы как среды обитания. Среди них охота, рыболовство, мелиорация, ирригация, строительство, разработка рудников и т. д.

Влияние экологических факторов на живые организмы

Различают физические, химические, эдафические, климатические, гидрографические, орографические, пирогенные и другие **абиотические факторы**. Среди *климатических* факторов наиболее значимыми для живых организмов являются свет, температура, влажность воздуха и др.

Свет, а именно видимые его лучи, являются необходимым условием для осуществления процесса фотосинтеза. В результате фотосинтеза зеленые растения продуцируют органическое вещество и кислород, необходимые для жизнедеятельности живых

организмов. Для животных видимый спектр света служит средством пространственной ориентации, получения информации о среде, влияет на географическое распространение. Ультрафиолетовые лучи влияют на рост и размножение клеток растений, синтез органического вещества и повышение в них количества витаминов. Для микроорганизмов ультрафиолетовые лучи губительны. Инфракрасный спектр света регулирует тепловой баланс в атмосфере. При высоких температурах проявляется отрицательное воздействие как на растительные, так и на животные организмы.

Температура. Область распространения живого в основном определяется областью чуть ниже 0 и до +50 °С. От температуры зависит скорость окислительно-восстановительных реакций в организме и, как следствие, интенсивность метаболических процессов. Низкие температуры вызывают прекращение роста и развития растений. У животных от температуры зависят процессы терморегуляции, спячки, анабиоза.

Влажность воздушной среды измеряется обычно в показателях относительной влажности. В растениях 97–99 % воды уходит на транспирацию, т. е. на испарение через листья. Также вода расходуется на фотосинтез и около 0,5 % всасывается клетками. В растениях и у животных влажность регулирует структурную целостность клеток и всего организма. Вода влияет на процессы обмена веществ.

Газовый состав атмосферного воздуха (углекислый газ) служит источником питания для растений и регулирует интенсивность фотосинтеза, в процессе которого из неорганического вещества создается органическое вещество. Для животных атмосферный воздух служит источником дыхания.

Ветер усиливает процесс транспирации у растений, при ветре животные легче переносят жару и тяжелее — морозы.

Биотические факторы показывают возможные типы межвидовых и внутривидовых взаимоотношений живых организмов.

Нейтрализм — это форма биотических взаимоотношений, при которой два вида, обитающие на одной территории, не оказывают влияния друг на друга. При этом виды не контактируют друг с другом. Отношения нейтрализма характерны для богатых видами сообществ.

Конкуренция — это тип взаимодействия, при котором один вид вытесняет другой в борьбе за пищевые ресурсы и условия среды обитания. Согласно *принципу Гаузе*, два вида с идентичными экологическими потребностями не могут занимать одну и ту же экологическую нишу. Один вид вытесняет другой. Это правило получило название *принципа конкурентного исключения*.

Аменсализм — это такой тип биотического взаимодействия, при котором происходит угнетение развития одного вида другим. Разновидностью такого типа взаимодействия у растений является *аллелопатия*, при которой растения выделяют различные ядовитые вещества в борьбе с конкурентами за ресурсы. Например, цветение сине-зеленых водорослей, сопровождающееся выделением токсинов, отравляет водную фауну.

Хищничество — тип взаимодействия «хищник — жертва». Хищниками называют животных, питающихся другими животными. В данном взаимодействии жертва погибает.

Паразитизм — взаимодействие, при котором один вид использует тело живого хозяина в качестве источника пищи и места обитания.

Комменсализм — это тип положительного взаимодействия, при котором один вид получает одностороннюю выгоду, не причиняя вреда другому виду.

Мутуализм, или *симбиоз*, — взаимовыгодное сосуществование, при котором взаимодействующие виды получают двустороннюю выгоду. Классическим примером служит сотрудничество между азотфиксирующими бактериями и бобовыми растениями. Широко известным примером мутуализма является симбиоз водоросли и гриба — лишайники.

Для растений характерны биотические взаимодействия: симбиоз, паразитизм, аллелопатия. Для животных растения выступают в качестве пищи. С другой стороны, животные способствуют распространению семян. Микроорганизмы являются возбудителями грибковых заболеваний у растений, разрушают древесину и листовую опад. У животных микроорганизмы вызывают различные заболевания, разрушают мертвые остатки.

Антропогенные факторы. Среди них известны как положительные, так и отрицательные воздействия на живые организмы. Положительное влияние проявляется в создании культурных ландшафтов, дендропарков, посадках растений, создании заповедников, охране животных, развитии животноводства и аквакультуры. К отрицательным влияниям антропогенных факторов можно отнести распашку земель, вырубку лесов, выжигание и выкашивание. На животных губительное действие оказывают браконьерство, охота, изменение среды обитания, техногенные аварии.

Эффект воздействия экологических факторов зависит не только от их характера, но и от дозы, воспринимаемой организмом. У всех живых организмов в процессе эволюции выработались приспособления к восприятию экологических факторов в определенных количественных пределах (адаптация). Для каждого растения, животного или микроорганизма существует конкретное количество факторов, наиболее благоприятное для него. Исторически приспособляясь к абиотическим факторам среды и вступая в определенные биотические связи друг с другом, животные, растения и микроорганизмы распределяются по различным средам и формируют многообразные сообщества, в конечном итоге объединяющиеся в биосферу Земли.

Среды жизни

Водная среда обитания. Вода как среда обитания имеет ряд свойств, таких как большая плотность, сильные перепады давления, малое содержание кислорода, способность к поглощению солнечных лучей. Кроме того, водоемы различаются солевым режимом, скоростью течения воды, перепадами температур. Плотность воды обеспечивает возможность опираться на нее, что особенно важно для бесскелетных форм жизни. Опорность воды служит условием парения в воде. Взвешенные, парящие в воде организмы объединяют в особую экологическую группу — *планктон*. В составе планктона — одноклеточные водоросли, простейшие, медузы, мелкие рачки, мальки рыб. Животных, способных быстро плавать и преодолевать силу течения, объединяют в экологическую группу *нектон*. Это рыбы, кальмары, дельфины. Они имеют обтекаемую форму тела, хорошо развитую мускулатуру.

Среди обитателей воды много видов, способных переносить широкие колебания содержания кислорода в воде. Слабое насыщение воды кислородом выдерживают сазан, линь, карась. Загрязнение воды приводит ко многим катастрофическим явлениям: заморам, вызывающим массовую гибель обитателей, нарушение ориентации посредством запахов водных обитателей.

Сообщество живых организмов, обитающих в донных отложениях водных экосистем, получило название *бентос*.

Наземно-воздушная среда более сложна для жизни, чем водная. Тела живых организмов окружены воздухом — газообразной средой с низкой плотностью, высоким содержанием кислорода и малым количеством водяных паров. Это сильно изменяет условия дыхания, водообмена и передвижения живых существ. Низкая плотность воздуха определяет его малую подъемную силу и незначительную опорность. Обитатели воздушной среды должны обладать собственной опорной системой, поддерживающей тело: растения — разнообразием механических тканей, животные — скелетом. Малая подъемная сила воздуха определяет предельную массу и размеры наземных животных. Млекопитающие размером с современного кита не смогли бы существовать на суше, так как были бы раздавлены собственной тяжестью. У растений мощный слой опорной древесины позволяет поднимать вегетативные органы над поверхностью земли.

Для наземно-воздушной среды четко выражена зональность по температурному режиму (пустыни, полярный круг), по количеству влаги (тропики, пустыни), по рельефу местности. Растения и животные тесно связаны с условиями, характерными для каждой зоны, в которой они обитают, и прежде всего с климатическими факторами. Поэтому в основу распределения животных и растений могут быть положены климатические зоны земного шара.

Почва как среда жизни. Почва представляет собой верхний слой земной коры, образованный в результате жизнедеятельности живых организмов. Почва имеет особый органо-минеральный состав. Свойства почвы во многом зависят от жизнедеятельности почвенных организмов, которые механически перемешивают ее и химически перерабатывают. При участии организмов в почве происходит постоянный круговорот веществ и миграция энергии. Глав-

ным энергетическим материалом в почве является органическое вещество — гумус. От его количества зависит численность и видовое разнообразие почвенных обитателей. В числе почвенных микроорганизмов имеются представители растительного и животного мира. Прежде всего это одноклеточные и многоклеточные водоросли, почвенные животные. Почва является самой плотной средой обитания.

Живые организмы как среда обитания. Для животных и растений, ведущих паразитический образ жизни, организм, на котором или в котором они поселились (хозяин), является специфической средой обитания. Между паразитами и хозяевами в процессе эволюции возникли сложные взаимоотношения. Важным экологическим преимуществом для обитателей живых организмов является их защищенность от непосредственного воздействия факторов внешней среды, а также обеспеченность пищевыми ресурсами. Основные экологические трудности, с которыми сталкиваются сожители живых организмов, — это ограниченность жизненного пространства, сложности снабжения кислородом, защитные реакции хозяина против паразитов.

Бланк отчета по лабораторной работе 1 Экологические факторы. Среды жизни

Таблица 1.1

Влияние экологических факторов на живые организмы

Факторы среды	Влияние факторов на живые организмы	
	На растения	На животных
Абиотические факторы		
Свет: ультрафиолетовые лучи; видимые лучи; инфракрасные лучи		
Температура		
Влажность		
Воздух		
Ветер		
Биотические факторы		
Растения		
Животные		
Микроорганизмы		
Антропогенные факторы (деятельность человека)		
Положительное влияние		
Отрицательное влияние		

Таблица 1.2

Общая характеристика сред жизни

	Среда жизни	Свойства/особенности среды жизни	Адаптация живых организмов к среде обитания	Обитатели
1				
2				
3				
4				

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Лабораторная работа 2

Расчет ПДВ и концентраций загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Задание

Произвести расчет показателей рассеивания выбросов в атмосфере.

Учебные вопросы

1. Назовите источники и виды загрязнения атмосферы.
2. Назовите основные загрязняющие вещества атмосферного воздуха.
3. Назовите методы очистки газоздушных смесей.
4. Какие антропогенные явления проявляются в атмосфере в условиях глобального экологического кризиса?
5. Что такое предельно допустимый выброс (ПДВ)?

Нормативно-правовые документы: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ред. от 11.06.2021).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативно-правовые документы к лабораторной работе.
2. Выберите вариант задания.
3. Рассчитайте C_M – максимальную концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы.
4. Рассчитайте ПДВ – предельно допустимый выброс вредных веществ.
5. Рассчитайте $C_{M,T}$ – концентрацию вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты.

6. На основании расчетов сделайте выводы:

- приводит ли полученное значение C_M к превышению ПДК;
- о численном значении ПДВ загрязняющих веществ при заданных параметрах;
- о численном значении $C_{M,T}$

7. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1) и заполненные табл. 2.1, 2.2, три основные формулы с расчетами, выводы и ответы на учебные вопросы) и представьте его на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Загрязнение атмосферы Земли – принесение в атмосферный воздух новых, не характерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации.

По источникам загрязнения различают:

- естественное загрязнение;
- антропогенное загрязнение.

По характеру загрязнения атмосферы различают:

- *физические загрязнения*: механическое (пыль, твердые частицы), радиоактивное (радиоактивное излучение и изотопы), электромагнитное (различные виды электромагнитных волн, в том числе радиоволны), шумовое (различные громкие звуки и низкочастотные колебания) и тепловое загрязнение (например, выбросы теплого воздуха и т. п.);
- *химическое загрязнение* – загрязнение газообразными веществами и аэрозолями. Сегодня основные химические загрязнители атмосферного воздуха – это оксид углерода (IV), оксиды азота, диоксид серы, углеводороды, альдегиды, тяжелые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr), аммиак, пыль и радиоактивные изотопы;
- *биологические загрязнения* – в основном загрязнения микробной природы. Например, загрязнение воздуха вегетативными формами и спорами бактерий и грибов, вирусами, а также их токсинами и продуктами жизнедеятельности.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются природные источники (естественные загрязнители минерального, растительного или микробиологического происхождения,

к которым относят извержения вулканов, лесные и степные пожары, пыль, пыльцу растений, выделения животных и др.) и искусственные (антропогенные) источники, которые можно разделить на несколько групп:

- *транспортные* – загрязнители, образующиеся при работе автомобильного, железнодорожного, воздушного, морского и речного транспорта;
- *производственные* – загрязнители, образующиеся как выбросы при технологических процессах, отоплении;
- *бытовые* – загрязнители, обусловленные сжиганием топлива в жилище и переработкой бытовых отходов.

По составу антропогенные источники загрязнения атмосферы также можно разделить на несколько групп:

- механические загрязнители – пыль цементных заводов, пыль от сгорания угля в котельных, топках и печах, сажа от сгорания нефти и мазута, истирающиеся автопокрышки и т. д.;
- химические загрязнители – пылевидные или газообразные вещества, способные вступать в химические реакции;
- радиоактивные загрязнители.

Методы очистки. Для очистки атмосферного воздуха применяются различные методы очистки газов от технических загрязнений: NO_x , SO_2 , H_2S , NH_3 , оксида углерода, различных органических и неорганических веществ.

Абсорбция представляет собой процесс растворения газообразного компонента в жидком растворителе. Абсорбционные системы разделяют на водные и неводные. Во втором случае применяют обычно малолетучие органические жидкости. Жидкость используют для абсорбции только один раз или же проводят ее регенерацию, выделяя загрязнитель в чистом виде. В качестве примеров можно назвать:

- получение минеральных кислот (абсорбция SO_3 в производстве серной кислоты, абсорбция оксидов азота в производстве азотной кислоты);
- получение солей (абсорбция оксидов азота щелочными растворами с получением нитрит-нитратных щелоков, абсорбция водными растворами извести или известняка с получением сульфата кальция);

– получение других веществ (абсорбция NH_3 водой для получения аммиачной воды и др.).

В зависимости от способа создания поверхности соприкосновения фаз различают поверхностные, барботажные и распыливающие абсорбционные аппараты.

Адсорбционный метод является одним из самых распространенных средств защиты воздушного бассейна от загрязнений. Метод основан на поглощении примесей твердыми телами с развитой поверхностью, адсорбентами. Основными промышленными адсорбентами являются активированные угли, сложные оксиды и импрегнированные сорбенты. Активированный уголь (АУ) нейтрален по отношению к полярным и неполярным молекулам адсорбируемых соединений. Он менее селективен, чем многие другие сорбенты, и является одним из немногих пригодных для работы во влажных газовых потоках. Активированный уголь используют, в частности, для очистки газов от дурно пахнущих веществ, рекуперации растворителей и т. д.

После адсорбции проводят десорбцию и извлекают уловленные компоненты для повторного использования. Таким способом улавливают различные растворители, сероуглерод в производстве искусственных волокон и ряд других примесей. После адсорбции примеси не утилизируют, а подвергают термическому или каталитическому дожиганию. Этот способ применяют для очистки отходящих газов химико-фармацевтических и лакокрасочных предприятий, пищевой промышленности и ряда других производств. Данная разновидность адсорбционной очистки экономически оправдана при низких концентрациях загрязняющих веществ и (или) многокомпонентных загрязнителей. После очистки адсорбент не регенерируют, а подвергают, например, захоронению или сжиганию вместе с прочно хемосорбированным загрязнителем. Этот способ пригоден при использовании дешевых адсорбентов. Для проведения процессов адсорбции разработана разнообразная аппаратура. Наиболее распространены адсорберы с неподвижным слоем гранулированного или сотового адсорбента. Непрерывность процессов адсорбции и регенерации адсорбента обеспечивается применением аппаратов с кипящим слоем.

В последние годы все более широкое применение получают **волокнистые сорбционно-активные материалы**. Их отличает более высокая химическая и термическая стойкость, однородность пористой структуры, значительный объем микропор и более высокий коэффициент массопередачи (в 10–100 раз больше, чем у сорбционных материалов). Установки занимают значительно меньшую площадь. Адсорбционные методы являются одним из самых распространенных в промышленности способов очистки газов. Их применение позволяет вернуть в производство ряд ценных соединений.

Термическое дожигание представляет собой метод обезвреживания газов путем термического окисления различных вредных веществ, главным образом органических, в практически безвредных или менее вредных, преимущественно CO_2 и H_2O . Применение термических методов дожигания позволяет достичь 99%-й очистки газов.

Термические методы широко применяются для очистки отходящих газов от токсичных горючих соединений. Разработанные в последние годы установки дожигания отличаются компактностью и низкими энергозатратами. Применение термических методов эффективно для дожигания пыли многокомпонентных и запыленных отходящих газов.

Термокаталитические методы газоочистки отличаются универсальностью. Они основаны на реакциях в присутствии твердых катализаторов. С их помощью можно освобождать газы от оксидов серы и азота, различных органических соединений, монооксида углерода и других токсичных примесей. Каталитические методы позволяют преобразовывать вредные примеси в безвредные, менее вредные и даже полезные. Они дают возможность перерабатывать многокомпонентные газы с малыми начальными концентрациями вредных примесей, добиваться высоких степеней очистки, вести процесс непрерывно, избегать образования вторичных загрязнителей.

В качестве эффективных катализаторов, находящихся применение на практике, используют самые разные вещества — от минералов (почти без всякой предварительной обработки) и простых массивных металлов до сложных соединений заданного состава и строения.

Наибольшее распространение получили каталитические методы обезвреживания.

Озонные методы применяют для обезвреживания дымовых газов от $\text{SO}_2(\text{NO}_x)$ и дезодорации газовых выбросов промышленных предприятий. Введение озона ускоряет реакции окисления NO до NO_2 и SO_2 до SO_3 . После образования NO_2 и SO_3 в дымовые газы вводят аммиак и выделяют смесь образовавшихся комплексных удобрений (сульфата и нитрата аммония). Время контакта газа с озоном, необходимое для очистки от SO_2 (80–90 %) и NO_x (70–80 %), составляет 0,4–0,9 сек. Энергозатраты на очистку газов озонным методом оценивают в 4–4,5 % от эквивалентной мощности энергоблока, что является, по-видимому, основной причиной, сдерживающей промышленное применение данного метода.

Основное применение озонные методы дезодорации находят при очистке газов, которые выделяются при переработке сырья животного происхождения на мясо-жиро-комбинатах и в быту.

Биохимические методы очистки основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами в среде очищаемых газов. Биохимические системы более всего пригодны для очистки газов постоянного состава.

Биохимическую газоочистку проводят либо в биофильтрах, либо в биоскрубберах. В биофильтрах очищаемый газ пропускают через слой насадки, орошаемый водой, которая создает влажность, достаточную для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов. Поверхность насадки покрыта биологически активной биопленкой (БП) из микроорганизмов.

Плазмокаталитический метод объединяет два известных метода – плазмохимический и каталитический. Установки, работающие на основе этого метода, состоят из двух ступеней. Первая – это плазмохимический реактор (озонатор), вторая – каталитический реактор. Газообразные загрязнители, проходя зону высоковольтного разряда в газоразрядных ячейках и взаимодействуя с продуктами электросинтеза, разрушаются и переходят в безвредные соединения CO_2 и H_2O . Глубина конверсии (очистки) зависит от величины

удельной энергии, выделяющейся в зоне реакции. После плазмохимического реактора воздух подвергается финишной тонкой очистке в каталитическом реакторе.

Фотокаталитический метод как разновидность каталитического применяет катализаторы на основе TiO_2 , которые облучаются ультрафиолетом.

Аппараты очистки атмосферного воздуха от взвешенных частиц

Для улавливания взвешенных частиц применяют различную аппаратуру. Наибольшее распространение получили циклонные аппараты для сухого механического пылеулавливания.

Очистка технологических и вентиляционных выбросов от взвешенных частиц пыли или тумана осуществляется в аппаратах пяти типов:

1. **Механические сухие пылеуловители** (пылеосадочные камеры различных конструкций, инерционные пыле- и брызгоуловители, циклоны и мультициклоны). Пылеосадочные камеры улавливают частицы размером более 40–50 мкм, инерционные пылеуловители – более 25–30 мкм, циклоны – 10–200 мкм.

2. **Мокрые пылеуловители** (скрубберы, пенные промыватели, трубы Вентури и др.) более эффективны, чем сухие механические аппараты. Скруббер улавливает частицы пыли размером более 10 мкм, а труба Вентури – частицы пыли размером 1 мкм.

3. **Фильтры** (масляные, кассетные, рукавные и др.) улавливают частицы пыли размером от 0,5 мкм.

4. **Электрофильтры** применяются для тонкой очистки газов. Они улавливают частицы размером от 0,01 мкм.

5. **Комбинированные пылеуловители** (многоступенчатые, включающие не менее двух различных типов пылеуловителей).

Выбор типа пылеуловителя зависит от характера пыли (от размеров пылинок и свойств пыли: сухая, волокнистая, липкая пыль и т. д.), ценности данной пыли и необходимой степени очистки.

Химический и физический состав выбросов

Под загрязнением атмосферы следует понимать изменение ее состава при поступлении примесей естественного или антропогенного происхождения. Вещества-загрязнители бывают трех видов: газы, пыль и аэрозоли. К последним относятся диспергированные твердые частицы, выбрасываемые в атмосферу и находящиеся в ней длительное время во взвешенном состоянии. К основным загрязнителям атмосферы относятся углекислый газ, оксид углерода, диоксиды серы и азота, а также малые газовые составляющие, способные оказывать влияние на температурный режим тропосферы: диоксид азота, галогенуглероды (фреоны), метан и тропосферный озон.

Основной вклад в высокий уровень загрязнения воздуха вносят предприятия черной и цветной металлургии, химии и нефтехимии, стройиндустрии, энергетики, целлюлозно-бумажной промышленности, а в некоторых городах и котельные.

Источники загрязнений – теплоэлектростанции, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газы; металлургические предприятия, особенно предприятия цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, взвешенные частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних. Поступающий в атмосферу сернистый газ окисляется до серного ангидрида, который взаимодействует с парами воды и образует капельки серной кислоты. При взаимодействии серного ангидрида с аммиаком образуются кристаллы сульфата аммония. Подобным образом в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы образуются другие, вторичные, загрязняющие вещества.

Основным источником пирогенного загрязнения являются тепловые электростанции, металлургические и химические предприятия, котельные установки.

Основные вредные примеси пирогенного происхождения:

- а) оксид углерода;
- б) сернистый ангидрид;
- в) серный ангидрид;
- г) сероводород и сероуглерод;
- д) оксиды азота;
- е) соединения фтора;
- ж) соединения хлора.

В соответствии со статьей 22 закона «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Инвентаризация источников выбросов и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, проводят инвентаризацию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их источников в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти (в настоящее время – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, далее – Ростехнадзор).

Инвентаризацию выбросов вредных веществ в атмосферу (далее – инвентаризацию) проводят все действующие предприятия, организации, учреждения независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, производственная деятельность которых связана с выбросом загрязняющих веществ в атмосферу.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу является систематизацией сведений о распределении источников выбросов на территории, количестве и составе выбросов.

Инвентаризация является основой для ведения всей воздухоохранной деятельности. Основными целями инвентаризации являются выявление и учет источников загрязнения атмосферы (ИЗА), определение количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ:

- для подготовки исходных данных для нормирования выбросов и установления нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов ЗВ в атмосферу (ПДВ и ВСВ) предприятий;

- подготовки исходных данных для оценки загрязнения атмосферы (в частности, в рамках расчетного мониторинга загрязнения атмосферы);
- контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов;
- ведения статистической отчетности о выбросах;
- контроля работы пылеулавливающих и газоочистных установок (ГОУ) и выработки рекомендаций по улучшению их эффективности;
- разработки и установления технических нормативов выбросов (ТНВ) вредных (загрязняющих) веществ для передвижных и стационарных источников выбросов от технологических процессов и оборудования;
- оценки экологичности используемых технологий;
- формирования компьютерной базы данных об ИЗА предприятия, отрасли, города и региона.

При инвентаризации должны быть выявлены и учтены все возможные источники выделения и выброса ЗВ в атмосферу, которые постоянно или временно эксплуатируются или хранятся на производственной территории предприятия (в том числе и передвижные), а также вредные вещества, которые могут выделиться или образоваться при осуществлении всех процессов, предусмотренных технологическим регламентом производства.

Все источники, относящиеся к конкретной территории предприятия, являются стационарными источниками выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

Стационарным источником выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух является любой (точечный, площадной и т. д.) источник с организованным или неорганизованным выбросом вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, дислоцируемый или функционирующий постоянно или временно в границах участка территории (местности) объекта, предприятия, юридического или физического лица, принадлежащего ему или закрепленного за ним в соответствии с действующим законодательством.

Стационарные источники выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух подразделяются на два типа:

- 1) источники с организованным выбросом;
- 2) источники с неорганизованным выбросом.

Наиболее часто употребляется краткая форма данных терминов: «организованный источник» и «неорганизованный источник».

Под организованным выбросом понимается выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухоходы и трубы.

Под неорганизованным выбросом понимается выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы вентиляционных систем, местных отсосов в местах загрузки, выгрузки или хранения сырья, топлива, полупродуктов и продуктов и т. д.

Работы по инвентаризации можно подразделить на следующие основные этапы:

1. Изучение технологического регламента (карты техпроцесса) и составление перечня загрязняющих веществ, которые могут выделяться (образоваться) в ходе технологических процессов. При этом учитываются результаты инструментального и расчетного определения выбросов при предыдущей инвентаризации (для действующих объектов), данные проектной документации (для вновь вводимых в действие реконструируемых объектов) и действующие расчетные методики определения выделений (выбросов) в атмосферный воздух различными производствами.

2. Подготовка карты-схемы промплощадок предприятия, для которых проводится инвентаризация.

3. Кодификация и определение координат ИЗА.

Для определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов ЗВ в атмосферу используются инструментальные и расчетные (расчетно-аналитические) методы.

К основным источникам с организованным выбросом относятся:

- дымовые и вентиляционные трубы;
- вентиляционные шахты;
- аэрационные фонари;
- дефлекторы.

Расчетные методы применяются в основном для определения характеристик неорганизованных выделений (выбросов).

К неорганизованным источникам относятся:

- неплотности технологического оборудования (пропуски технологических газов через уплотнения перекачивающего оборудования и запорно-регулирующую арматуру, расположенную вне вентилируемых помещений), в том числе работающего при избыточном давлении;
- факельные установки и амбары для сжигания некондиционного углеводородного сырья;
- открытое хранение топлива, сырья, материалов и отходов, в том числе пруды-отстойники и накопители, нефтеловушки, шламо- и хвостохранилища, золоотвалы, отвалы горных пород, открытые поверхности испарения и т. п.;
- взрывные работы;
- погрузочно-разгрузочные работы, в том числе маршруты перемещения сыпучих материалов;
- карьеры добычи полезных ископаемых, открытые участки их дробления и отсева на фракции;
- оборудование и технологические процессы, расположенные в производственных помещениях, не оснащенных вентиляционными установками, а также расположенные на открытом воздухе (например, передвижные сварочные посты, пилорамы и т. д.);
- транспортные средства, хранящиеся или эксплуатируемые на производственной территории (автотранспорт, тепловозы, дорожная и строительная техника, речные и морские суда в акватории порта и т. п.).

Методики по расчетному определению выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух от различных производств включаются в перечень документов, рекомендуемых к применению Ростехнадзором в установленном порядке.

При использовании определенного расчетного метода надо удостовериться, что выбранные для расчета удельные технологические показатели выделений и выбросов соответствуют именно тому технологическому оборудованию, сырью (материалам), которые используются на данном предприятии (цехе, участке).

Как правило, расчетные методы используют одно значение удельного выделения (выброса), которое представляет собой среднее

значение, отнесенное к единице сырья, продукции, времени работы оборудования и т. д.

Если расчетная методика содержит несколько значений удельных выделений (выбросов) или диапазон их изменения, то для определения разовой мощности выделения (выброса) (г/с) следует брать наибольшее значение.

При отсутствии в расчетных методиках конкретных формул для определения максимальных разовых выделений (выбросов) (г/с) их значения рассчитываются исходя не из значений годового расхода сырья (материалов), а из максимального расхода сырья (материалов) в единицу времени (как правило, не более часа) при максимальной производительности процесса.

Расчет выделений (выбросов) проводится с учетом возможных различий в работе производств, участков, агрегатов и т. п. при разных режимах работы, на разных стадиях многостадийных технологических процессов.

При использовании расчетных методов следует также учитывать длительность работы источника и температуру выбрасываемой пылегазовоздушной смеси (при этом имеется в виду, что расходы воздуха вентиляционными установками в производственном помещении, согласно имеющимся на эти установки паспортам (сертификатам), отнесены к нормальным условиям).

Практическая часть задания

Выброс вредных веществ в атмосферу должен производиться таким образом, чтобы загрязнение воздушной среды в приземном слое не превышало установленных предельно допустимых концентраций (ПДК). В ходе расчета необходимо определить количественные значения трех показателей:

1. C_M – максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы для сравнения ее с ПДК.
2. ПДВ – предельно допустимый выброс вредных веществ, обеспечивающий концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы не выше ПДК.
3. $C_{M,T}$ – соответствующая ПДВ максимальная концентрация вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты.

Формулы для расчетов

1. Максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы:

$$C_M = \frac{AMnKF}{H^{4/3}}, \text{ мг/м}^3, \quad (1)$$

где C_M – максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы, мг/м³; A – коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны страны; коэффициент A колеблется в зависимости от потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) от 140 для Центральной части Европейской территории России до 250 – для Сибири, Дальнего Востока. В Методах расчетов [26] приводятся 5 его значений: 140, 160, 180, 200, 250; M – масса выбрасываемых вредных веществ, г/с; n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V_M' , указывающего на опасную скорость ветра на уровне флюгера.

Коэффициент n принимается равным:

$$\begin{aligned} n &= 1 \text{ при } V_M' \geq 2; \\ n &= 0,532V_M'^2 - 2,13V_M' + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq V_M' < 2; \\ n &= 4,4V_M' \text{ при } V_M' < 0,5. \end{aligned} \quad (2)$$

Параметр V_M' , указывающий на опасную скорость ветра, определяется по формуле

$$V_M' = \frac{1,3\omega_0 D}{H}, \quad (3)$$

где ω_0 – скорость выхода газов в сечении устья трубы, м/с.

$$\omega_0 = \frac{4V}{\pi D^2}. \quad (4)$$

K – коэффициент, зависящий от диаметра устья и объема выброса.

$$K = \frac{D}{8V}, \quad (5)$$

где V – объем выбрасываемых газов, м³/с; D – диаметр устья выбросной трубы или шахты, м.

F – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости оседания веществ в атмосферном воздухе.

Коэффициент F принимается равным:

$F = 1,0$ для газообразных выбросов и мелкодисперсной пыли;

$F = 2,0$ при коэффициенте очистки выбросов $\eta \geq 90$ %;

$F = 2,5$ при $75 \% \leq \eta < 90 \%$;

$F = 3,0$ при $\eta < 75 \%$.

H – высота выброса (для холодных выбросов – высота трубы), м.

2. Предельно допустимый выброс вредных веществ:

$$\text{ПДВ} = \frac{8C_{\text{ПДК}}H^3\sqrt{HV}}{AFnD}, \text{ г/с}, \quad (6)$$

где $C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества, мг/м³; H – высота выброса (для холодных выбросов – высота трубы), м; V – объем выбрасываемых газов, м³/с; A – коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны страны; коэффициент A колеблется в зависимости от потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) от 140 для Центральной части Европейской территории России до 250 – для Сибири, Дальнего Востока. В Методах расчетов [26] приводятся 5 его значений: 140, 160, 180, 200, 250; F – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости оседания веществ в атмосферном воздухе.

Коэффициент F принимается равным:

$F = 1,0$ для газообразных выбросов и мелкодисперсной пыли;

$F = 2,0$ при коэффициенте очистки выбросов $\eta \geq 90 \%$;

$F = 2,5$ при $75 \% \leq \eta < 90 \%$;

$F = 3,0$ при $\eta < 75 \%$.

n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V'_m , указывающего на опасную скорость ветра на уровне флюгера.

Коэффициент n принимается равным:

$n = 1$ при $V'_m \geq 2$;

$n = 0,532V'_m{}^2 - 2,13V'_m + 3,13$ при $0,5 \leq V'_m < 2$;

$n = 4,4V'_m$ при $V'_m < 0,5$.

D – диаметр устья выбросной трубы или шахты, м.

3. Максимальная концентрация вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты:

$$C_{\text{М.Т}} = \frac{8C_{\text{ПДК}}H^3\sqrt{H}}{AFnD}, \text{ мг/м}^3, \quad (7)$$

где $C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества, мг/м³; H – высота выброса (для холодных выбросов – высота трубы), м; A – коэффициент, зависящий от условий рассеивания

в атмосфере в зависимости от климатической зоны страны; коэффициент A колеблется в зависимости от потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) от 140 для Центральной части Европейской территории России до 250 – для Сибири, Дальнего Востока. В Методах расчетов [26] приводятся 5 его значений: 140, 160, 180, 200, 250; F – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости оседания веществ в атмосферном воздухе.

Коэффициент F принимается равным:

$F = 1,0$ для газообразных выбросов и мелкодисперсной пыли;

$F = 2,0$ при коэффициенте очистки выбросов $\eta \geq 90 \%$;

$F = 2,5$ при $75 \% \leq \eta < 90 \%$;

$F = 3,0$ при $\eta < 75 \%$.

n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V_M' , указывающего на опасную скорость ветра на уровне флюгера.

Коэффициент n принимается равным:

$n = 1$ при $V_M' \geq 2$;

$n = 0,532V_M'^2 - 2,13V_M' + 3,13$ при $0,5 \leq V_M' < 2$;

$n = 4,4V_M'$ при $V_M' < 0,5$.

D – диаметр устья выбросной трубы или шахты, м.

Примеры выполнения задания

1. Вычислить C_M – максимальную концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы.

Данные для расчета:

– объем выбрасываемых газов $V = 30000 \text{ м}^3/\text{ч} = 8,33 \text{ м}^3/\text{с}$;

– диаметр устья $D = 1 \text{ м}$;

– высота вентиляционной шахты $H = 30 \text{ м}$;

– фоновая концентрация загрязняющего вещества $C_\Phi = 0,10 \text{ мг}/\text{м}^3$;

– $C_{\text{пдк}} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$;

– коэффициент пылеулавливания $\eta = 90 \%$, т. е. $F = 2$;

– валовый выброс вредных веществ $M = 4 \text{ г}/\text{с}$;

– предприятие находится в Центральной части Европейской территории РФ, $A = 140$.

Решение. Определяем скорость выхода газов в устье трубы ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{4V}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 8,33}{3,14 \cdot 1^2} = 10,6 \text{ м}/\text{с}.$$

Определяем параметр V'_M :

$$V'_M = \frac{1,3\omega_0 D}{H} = \frac{1,3 \cdot 10,6 \cdot 1}{30} = 0,46 \text{ м/с} < 0,5 \text{ м/с}.$$

Определяем n :

$$n = 4,4V'_M = 4,4 \cdot 0,46 = 2,024.$$

Определяем K :

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{8 \cdot 8,33} = 0,015.$$

Определяем C_M :

$$C_M = \frac{AMnKF}{H^{4/3}} = \frac{140 \cdot 4 \cdot 2,024 \cdot 0,015 \cdot 2}{30^{4/3}} = 0,365 \text{ мг/м}^3.$$

Проверяем возможность превышения ПДК:

$$C_{\text{об}} = C_M + C_{\text{ф}} = 0,365 + 0,10 = 0,465 \text{ мг/м}^3 < 0,5, \text{ т. е. } C_{\text{об}} < C_{\text{пдк}}.$$

Вывод: максимальная концентрация в приземном слое от источника составит $0,365 \text{ мг/м}^3$, что не приведет к превышению ПДК.

2. Расчет предельно допустимого выброса вредных веществ ПДВ.

Данные для расчета:

- высота вентиляционной шахты $H = 25 \text{ м}$;
- диаметр устья $D = 0,8 \text{ м}$;
- коэффициент пылеулавливания $\eta = 70 \%$, т. е. $F = 3$;
- объем выбрасываемых газов $V = 20000 \text{ м}^3/\text{ч} = 5,55 \text{ м}^3/\text{с}$;
- $C_{\text{пдк}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$;
- $C_{\text{ф}} = 0 \text{ мг/м}^3$;
- $C_{\text{д}} = C_{\text{пдк}}$;
- предприятие находится в Центральной части Европейской территории РФ, $A = 140$.

Рассчитать предельно допустимый выброс (ПДВ).

Решение

Определяем скорость выхода газов в устье трубы ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{4V}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 5,55}{3,14 \cdot 0,8^2} = 11,1 \text{ м/с}.$$

Определяем параметр V'_M :

$$V'_M = \frac{1,3\omega_0 D}{H} = \frac{1,3 \cdot 11,1 \cdot 0,8}{25} = 0,46 \text{ м/с} < 0,5 \text{ м/с.}$$

Определяем n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V'_M , указывающего на опасную скорость ветра на уровне флюгера. Коэффициент n принимается равным:

$$n = 1 \text{ при } V'_M \geq 2;$$

$$n = 0,532V'^2_M - 2,13V'_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq V'_M < 2;$$

$$n = 4,4V'_M \text{ при } V'_M < 0,5.$$

$$n = 4,4V'_M = 4,4 \cdot 0,46 = 2,024.$$

Определяем ПДВ:

$$\text{ПДВ} = \frac{8C_{\text{пдк}} H^3 \sqrt{HV}}{AFnD} = \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot \sqrt[3]{25} \cdot 5,55}{140 \cdot 3 \cdot 2,024 \cdot 0,8} = 2,38 \text{ г/с.}$$

Вывод: предельно допустимый выброс вредных веществ составляет 2,38 г/с, или 8,57 кг/ч.

3. Пример расчета $C_{\text{м.т}}$ (соответствующая ПДВ максимальная концентрация вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты).

$$C_{\text{м.т}} = \frac{8C_{\text{пдк}} H^3 \sqrt{H}}{AFnD} = \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot \sqrt[3]{25}}{140 \cdot 3 \cdot 2,024 \cdot 0,8} = 0,43 \text{ мг/м}^3.$$

Вывод: максимальная концентрация вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты составит 0,43 мг/м³.

Варианты задания

Вариант	Высота вент. шахты, H , м	Диаметр устья, D , м	Коэффициент пылеулавливания, F	Объем выбрасываемых газов, V , м ³ /с	Валовый выброс пыли, M , г/с	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, $C_{\text{пдк}}$, мг/м ³	Фоновая концентрация, $C_{\text{ф}}$, мг/м ³	Коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны, A
1	14	1,0	1,0	5,0	2,2	0,5	0,01	100
2	15	1,0	1,0	5,5	2,2	0,5	0,01	110
3	16	2,0	2,0	6,5	2,4	5,0	0,1	120

Вариант	Высота вент. шахты, H , м	Диаметр устья, D , м	Коэффициент пылеулавливания, F	Объем выбрасываемых газов, V , м ³ /с	Валовый выброс пыли, M , г/с	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, $C_{пдк}$, мг/м ³	Фоновая концентрация, $C_{ф}$, мг/м ³	Коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны, A
4	17	3,0	2,5	7,2	2,6	0,15	0,02	130
5	18	1,5	3,0	6,8	2,8	0,3	0,03	140
6	19	2,5	2,5	7,5	3,0	0,085	0,0001	150
7	20	3,5	2,0	7,1	3,1	0,3	0,03	160
8	21	2,5	1,0	6,8	3,2	0,5	0,05	150
9	22	1,5	2,0	6,6	3,6	5,0	0,5	140
10	23	1,0	2,5	6,4	3,8	1,0	0,5	130
11	24	1,5	3,0	6,2	4,0	0,085	0,004	120
12	25	2,0	2,0	6,1	4,2	0,3	0,02	110
13	24	2,5	1,0	5,9	4,4	0,15	0,03	120
14	23	3,0	2,5	5,8	4,5	0,5	0,05	130
15	22	2,5	3,0	5,7	4,3	5,0	0,6	140
16	21	1,5	2,0	5,6	4,15	0,085	0,005	150
17	20	1,0	1,0	5,5	3,35	0,3	0,04	160
18	20	1,0	1,0	5,4	3,35	0,35	0,03	160
19	21	2,0	3,0	5,8	4,4	0,35	0,03	162
20	23	2,5	2,5	6,2	4,5	0,3	0,05	145
21	22	2,5	2,0	5,4	4,3	0,35	0,04	150
22	20	2,0	2,5	5,5	3,8	0,5	0,02	125
23	21	1,5	3,0	5,0	4,0	0,45	0,05	140
24	22	2,0	1,0	6,4	3,6	0,55	0,04	134
25	23	2,5	2,5	6,6	5,0	0,3	0,02	150
26	14	1,0	1,0	5,0	2,2	0,5	0,01	100
27	15	1,0	1,0	5,5	2,2	0,5	0,01	110

Вариант	Высота вент. шахты, H , м	Диаметр устья, D , м	Коэффициент пылеулавливания, F	Объем выбрасываемых газов, V , м ³ /с	Валовый выброс пыли, M , г/с	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, $C_{пдк}$, мг/м ³	Фоновая концентрация, $C_{ф}$, мг/м ³	Коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны, A
28	16	2,0	2,0	6,5	2,4	5,0	0,1	120
29	17	3,0	2,5	7,2	2,6	0,15	0,02	130
30	22	2,5	2,0	5,4	4,3	0,35	0,04	150
31	20	2,0	2,5	5,5	3,8	0,5	0,02	125
32	21	1,5	3,0	5,0	4,0	0,45	0,05	140
33	22	2,0	1,0	6,4	3,6	0,55	0,04	134
34	23	2,5	2,5	6,6	5,0	0,3	0,02	150
35	18	2,4	2,0	5,4	4,3	0,35	0,04	160
36	27	1,5	3,0	5,0	4,0	0,46	0,05	160
37	20	3,5	2,0	7,1	3,1	0,3	0,03	160
38	21	2,5	1,0	6,8	3,2	0,5	0,05	150
39	22	1,5	2,0	6,6	3,6	5,0	0,5	140
40	23	1,0	2,5	6,4	3,8	1,0	0,5	130
41	24	1,5	3,0	6,2	4,0	0,085	0,004	120
42	25	2,0	2,0	6,1	4,2	0,3	0,02	110
43	24	2,5	1,0	5,9	4,4	0,15	0,03	120
44	23	3,0	2,5	5,8	4,5	0,5	0,05	130
45	22	2,5	3,0	5,7	4,3	5,0	0,6	140
46	21	1,5	2,0	5,6	4,15	0,085	0,005	150
47	20	1,0	1,0	5,5	3,35	0,3	0,04	160
48	20	1,0	1,0	5,4	3,35	0,35	0,03	160
49	21	2,0	3,0	5,8	4,4	0,35	0,03	162
50	23	2,5	2,5	6,2	4,5	0,3	0,05	145

Бланк отчета по лабораторной работе 2
Расчет ПДВ и концентраций загрязняющих веществ
в выбросах в атмосферу

Таблица 2.1

Данные для расчета C_M

Вариант	Высота вент. шахты, $H, м$	Диаметр устья, $D, м$	Коэффициент пылеулавливания, F	Объем выбрасываемых газов, $V, м^3/с$	Валовый выброс пыли, $M, г/с$	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, $C_{ПДК}, мг/м^3$	Фоновая концентрация, $C_{ф}, мг/м^3$	Коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны, A

Вывод: отметить, приводит ли полученное значение C_M к превышению ПДК.

Таблица 2.2

Данные для расчета ПДВ и $C_{M,T}$

Вариант	Высота вент. шахты, $H, м$	Диаметр устья, $D, м$	Коэффициент пылеулавливания, F	Объем выбрасываемых газов, $V, м^3/с$	Валовый выброс пыли, $M, г/с$	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, $C_{ПДК}, мг/м^3$	Фоновая концентрация, $C_{ф}, мг/м^3$	Коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны, A

Выводы:

1. Дать сравнительную характеристику численных значений ПДВ и ПДК вредных веществ при заданных параметрах.
2. Указать максимальную концентрацию вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты.

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Лабораторная работа 3
Электромагнитное загрязнение атмосферного
воздуха: нормируемые параметры, предельно
допустимые уровни, расчет энергетических
экспозиций электромагнитных полей

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности
на биосферу

Задание

Изучить основные требования к размещению и эксплуатации стационарных передающих радиотехнических объектов (ПРТО), работающих в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383–03 от 30.06.2003 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» с изменениями и дополнениями от 19.12.2021).

Рассчитать энергетическую экспозицию электрического поля, магнитного поля, плотности потока энергии.

Получить представление о предельно допустимых уровнях (ПДУ) электромагнитных полей диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц на рабочих местах персонала и для населения.

Учебные вопросы

1. Назовите источники электромагнитного излучения.
2. По каким параметрам оценивается воздействие электромагнитного излучения радиочастотного диапазона на людей?

Нормативно-правовые документы:

1. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (ред. от 11.06.2021).
2. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов (с изменениями и дополнениями от 19.12.2021).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите основные требования к размещению и эксплуатации стационарных передающих радиотехнических объектов (теоретический материал).
2. Самостоятельно выберите вариант задания из таблицы «Варианты задания для расчета...», расположенной в теоретическом материале.
3. Внесите исходные данные для расчета экспозиций в табл. 3.1 бланка отчета.
4. По формуле (1) рассчитайте энергетическую экспозицию $\Theta_{\text{Э}}$, $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$ по значениям напряженности электрического поля (расчет показать). Полученное значение внесите в табл. 3.2 бланка отчета. По табл. 1 из теоретического материала найдите диапазон частот для полученной экспозиции и внесите в табл. 3.2 бланка отчета.
5. По формуле (2) рассчитайте энергетическую экспозицию $\Theta_{\text{Н}}$, $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$ по значениям напряженности магнитного поля (расчет показать). Полученное значение внесите в табл. 3.2 бланка отчета. По табл. 1 из теоретического материала найдите диапазон частот для полученной экспозиции и внесите в табл. 3.2 бланка отчета.
6. По формуле (3) рассчитайте энергетическую экспозицию $\Theta_{\text{ППЭ}}$, $(\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}$ по значениям плотности потока энергии (расчет показать). Полученное значение внесите в табл. 3.2 бланка отчета. По табл. 1 из теоретического материала найдите диапазон частот для полученной экспозиции и внесите в табл. 3.2 бланка отчета.
7. Изучите СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383–03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов». Заполните табл. 3.3 бланка отчета.
8. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненные табл. 3.1, 3.2, 3.3, ответы на вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383—03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов» с изменениями и дополнениями от 19.12.2021 г. (фрагмент)

I. Общие положения и область применения

1.2. Санитарные правила действуют на всей территории Российской Федерации и устанавливают гигиенические требования к размещению и эксплуатации стационарных передающих радиотехнических объектов (ПРТО), работающих в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц, в том числе находящихся на специальных испытательных полигонах.

1.4. Требования Санитарных правил направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека электромагнитных полей радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ), создаваемых ПРТО радиосвязи, радиовещания, телевидения, радиолокации, радиоловительского диапазона (3–30 МГц).

II. Нормируемые параметры и единицы измерения

2.1. Оценка воздействия ЭМП РЧ ПРТО на население осуществляется:

- в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц – по значениям напряженности электрического поля (E), В/м;
- в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц – по значениям плотности потока энергии (ППЭ), мкВт/см².

2.2. Оценка воздействия ЭМП РЧ на персонал, обслуживающий оборудование ПРТО, осуществляется по энергетической экспозиции электрического поля \mathcal{E}_E , магнитного поля \mathcal{E}_H , плотности потока энергии $\mathcal{E}_{\text{ппэ}}$.

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц рассчитывается по формулам:

$$\mathcal{E}_E = E^2 \cdot T, \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{ч}; \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_H = H^2 \cdot T, \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{ч}, \quad (2)$$

где E – напряженность электрического поля; H – напряженность магнитного поля; T – время воздействия (в часах).

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ппЭ}} = \text{ППЭ} \cdot T, \text{ (мкВт/см}^2\text{)} \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

где ППЭ – плотность потока энергии (мкВт/см²); T – время воздействия (в часах).

III. Гигиенические требования к передающим радиотехническим объектам

3.1. Оборудование ПРТО не должно создавать на рабочих местах персонала электромагнитных полей, превышающих предельно допустимые уровни (ПДУ), указанные в табл. 1.

Таблица 1

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц на рабочих местах персонала

Параметр	Диапазон частот, МГц				
	0,03– 3,0	3,0– 30,0	30,0– 50,0	50,0– 300,0	300,0– 300 000
Предельно допустимое значение $\mathcal{E}\mathcal{E}_E$, (В/м) ² · ч	20 000	7000	800	800	–
Предельно допустимое значение $\mathcal{E}\mathcal{E}_H$, (А/м) ² · ч	200	–	0,72	–	–
Предельно допустимое значение $\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ппЭ}}$, (мкВт/см ²) · ч	–	–	–	–	200
Максимальный ПДУ E , В/м	500	296	80	80	–
Максимальный ПДУ H , А/м	50	–	3,0	–	–
Максимальный ПДУ ППЭ, мкВт/см ²	–	–		–	1000

3.2. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда работающих, подвергающихся в процессе трудовой деятельности профессиональному воздействию ЭМП различных частотных диапазонов при любом характере воздействия ЭМП, должны соответствовать требованиям Санитарных правил по электромагнитным полям в производственных условиях.

3.3. Уровни ЭМП, создаваемые ПРТО на селитебной территории, в местах массового отдыха, внутри жилых, общественных и производственных помещений, подвергающихся воздействию внешнего ЭМП РЧ, не должны превышать ПДУ, указанных в табл. 2 с учетом вторичного излучения.

Представленные в табл. 2 ПДУ для населения распространяются также на другие источники ЭМП РЧ.

Таблица 2

Предельно допустимые уровни ЭМП
диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц для населения

Диапазон частот	30–300 кГц	0,3–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–300 ГГц
Нормируемый параметр	Напряженность электрического поля, E (В/м)				Плотность потока энергии, ППЭ (мкВт/см ²)
Предельно допустимые уровни	25	15	10	3	10 25*

Примечание: * – для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

3.5. Уровни напряженности электрического и магнитного поля частотой 50 Гц, создаваемые питающим и силовым оборудованием ПРТО внутри жилых и общественных зданий, не должны превышать ПДУ для населения.

3.6. На территориях (крышах), куда исключен доступ людей, не связанных непосредственно с обслуживанием оборудования ПРТО, должны соблюдаться требования для условий производственных воздействий ЭМП.

3.7. Утверждение проектной документации по строительству, реконструкции, техническому перевооружению, расширению и ввод в эксплуатацию построенных и реконструированных ПРТО допускается при наличии санитарно-эпидемиологических заключений о соответствии их настоящим Санитарным правилам.

3.8. Санитарно-эпидемиологические заключения выдаются Территориальными управлениями Федеральной службы по надзору

в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (далее Территориальными управлениями Роспотребнадзора) в субъектах Российской Федерации на основании результатов санитарно-эпидемиологической экспертизы.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза осуществляется органами и учреждениями Госсанэпиднадзора, организациями, экспертами, аккредитованными в установленном порядке.

3.9. Санитарно-эпидемиологические заключения на ПРТО, расположенные на территориях и объектах специального назначения, выдаются Управлениями Роспотребнадзора в субъектах Российской Федерации при наличии положительного заключения центра Госсанэпиднадзора, осуществляющего надзор за данными объектами и территориями.

3.11. При размещении на территории (опоре, крыше здания) ПРТО антенн нескольких передатчиков проводится санитарно-эпидемиологическая экспертиза на ПРТО в целом. Санитарно-эпидемиологическое заключение также выдается на ПРТО в целом.

3.12. Не требует санитарно-эпидемиологического заключения уменьшение мощности излучения, демонтаж и окончательный вывод из работы передатчиков и антенн. Владелец (администрация) ПРТО обязан направить информацию об этом в центр Госсанэпиднадзора в субъекте Российской Федерации и, в соответствующих случаях, в специализированный центр Госсанэпиднадзора.

3.13. Не требуется получения санитарно-эпидемиологического заключения на размещение, ввод в эксплуатацию и эксплуатацию ПРТО с эффективной излучаемой мощностью не более: 200 Вт – в диапазоне частот 30 кГц – 3 МГц, 100 Вт – в диапазоне частот 3–30 МГц, 10 Вт – в диапазоне частот 30 МГц – 300 ГГц, при условии размещения антенны вне здания.

Примечание: размещенными вне здания считаются антенны, находящиеся вне помещений, не на балконе, подоконнике или внешней стороне стен здания.

**Варианты задания для расчета энергетических экспозиций ЭМП
в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц**

№ варианта	Напряженность электрического поля, E , В/м	Напряженность магнитного поля, H , А/м	Плотность потока энергии, ППЭ, мкВт/см ²	Время, T , ч	№ варианта	Напряженность электрического поля, E , В/м	Напряженность магнитного поля, H , А/м	Плотность потока энергии, ППЭ, мкВт/см ²	Время, T , ч
1	10	0,2	10	2	26	230	19	550	0,3
2	20	0,4	20	2	27	240	20	580	0,3
3	40	0,6	30	2	28	250	21	650	0,3
4	50	0,8	40	2	29	260	22	660	0,2
5	55	1	50	2	30	270	23	670	0,2
6	60	1,5	60	2	31	280	24	680	0,2
7	65	2	70	2	32	290	25	700	0,2
8	70	3	80	2	33	300	26	800	0,2
9	75	4	90	2	34	310	27	900	0,2
10	80	5	100	2	35	320	29	1000	0,2
11	90	6	110	1,5	36	330	30	1050	0,1
12	95	7	120	1,5	37	340	33	1100	0,1
13	100	8	130	1,5	38	350	34	1150	0,1
14	110	8,5	150	1	39	360	35	1200	0,1
15	120	9	180	1	40	370	36	1300	0,1
16	130	9,5	200	1	41	380	37	1400	0,1
17	140	10	250	0,8	42	390	38	1500	0,1
18	150	11	250	0,5	43	400	39	1600	0,1
19	160	12	250	0,5	44	410	40	1650	0,1
20	170	13	250	0,5	45	420	41	1700	0,1
21	180	14	280	0,5	46	430	42	1800	0,1
22	190	15	400	0,5	47	440	43	1900	0,1
23	200	16	420	0,5	48	450	44	2000	0,1
24	210	17	480	0,4	49	460	48	2200	0,08
25	220	18	500	0,4	50	500	50	2500	0,08

Бланк отчета по лабораторной работе 3
Электромагнитное загрязнение атмосферного воздуха:
нормируемые параметры, предельно допустимые уровни,
расчет энергетических экспозиций электромагнитных полей

Таблица 3.1

Данные для расчета энергетических экспозиций
 электромагнитных полей

№ варианта	Напряженность электрического поля, E , В/м	Напряженность магнитного поля, H , А/м	Плотность потока энергии, ППЭ, мкВт/см ²	Время, T , ч

Расчеты:

Таблица 3.2

Энергетические экспозиции электромагнитных полей

№ варианта	Энергетическая экспозиция по значениям напряженности электрического поля, $\mathcal{E}\mathcal{E}_E$, (В/м) ² · ч	Энергетическая экспозиция по эффективным значениям напряженности магнитного поля, $\mathcal{E}\mathcal{E}_H$, (А/м) ² · ч	Энергетическая экспозиция по значениям плотности потока энергии, $\mathcal{E}\mathcal{E}_{\text{ппэ}}$, (мкВт/см ²) · ч
Полученные значения энергетических экспозиций			
Диапазон частот электромагнитных полей			

Вопросы

№	Вопрос	Ответ
1	При каких условиях должно осуществляться производство, закупка, реализация и эксплуатация оборудования ПРТО?	
2	В каких случаях не требуется получения санитарно-эпидемиологического заключения на размещение, ввод в эксплуатацию и эксплуатацию ПРТО?	
3	Какие антенны считаются размещенными вне здания?	
4	Каким органом выдаются санитарно-эпидемиологические заключения при введении в эксплуатацию ПРТО?	
5	В каких случаях проводится санитарно-эпидемиологическая экспертиза на ПРТО в целом?	
6	Какие мероприятия организованы в целях защиты населения от воздействия ЭМП, создаваемых антеннами ПРТО?	
7	Кто обязан организовывать проведение расчетов границ санитарно-защитной зоны и зон ограничения, измерений уровней ЭМП и в какие органы представляются сведения и расчеты СЗЗ?	
8	Каковы условия организации зоны установки радиолюбительских радиостанций и радиостанций гражданского диапазона с точки зрения безопасности?	
9	Каково предельно допустимое значение напряженности электрического поля диапазона частот 0,3–3 МГц для населения?	
10	Что такое плотность потока энергии электромагнитного поля?	

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.

Лабораторная работа 4

Водные экосистемы. Охрана водных объектов от загрязнения и засорения

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Задание

Ознакомиться с основными мероприятиями по охране водных объектов от загрязнения и засорения. Составить перечень загрязняющих веществ на основании статьи 56 Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 30.12.2021).

Изучить основные положения государственного водного реестра, правила структурирования и обобщения материалов государственного водного реестра.

Учебные вопросы

1. Дайте характеристику водной экосистемы.
2. Что такое стратификация и эвтрофикация?
3. Каким образом различаются озера по продуктивности?
4. Водный кодекс Российской Федерации.
5. Назовите ширину водоохранной зоны водохранилища, рек, ручьев, озера, моря.

Нормативно-законодательные документы: Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 30.12.2021).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативно-законодательные документы (главу 6 «Охрана водных объектов» Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ).
2. Выявите особенности водных экосистем разного типа. Заполните табл. 4.1.
3. Изучите статью 56 ВК РФ «Охрана водных объектов от загрязнения и засорения». На основании статьи заполните табл. 4.2.
4. Выявите загрязняющие вещества, о которых сообщается в статье 56 Водного кодекса. Составьте перечень загрязняющих веществ. Запишите их в табл. 4.3. В примечании укажите сведения о загрязняющем веществе.

5. Ознакомьтесь с главой 4 «Управление в области использования и охраны водных объектов» Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ.
6. Изучите статью 31 «Государственный водный реестр» главы 4 «Управление в области использования и охраны водных объектов».
7. На основании статьи 31 обобщите основное содержание государственного водного реестра. Заполните табл. 4.4.
8. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненные табл. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 и ответы на учебные вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Природные водоемы различаются по химическому составу воды, донных отложений и потока веществ, поступающих в них с водосборной площади, а также рядом физических, гидрологических и географических параметров. В связи с этим в каждом водоеме формируется собственный набор видов микроорганизмов, растений и животных, взаимно влияющих друг на друга и на окружающую среду. Каждая водная экосистема имеет свои определенные характеристики: видовое разнообразие водных организмов, их численность, биомассу и др.

Водные экосистемы делят на две группы:

1. Непроточные водоемы – озера, пруды, болота.
2. Проточные – ручьи, реки, моря, океаны.

Мировой океан. Четыре океана в целом составляют Мировой океан. Морские экосистемы характеризуются количеством солей натрия и хлора в воде. Морские экосистемы занимают почти 71 % поверхности нашей планеты и входят в состав глобальной системы Мирового океана и в структуру гидросферы Земли. Мировой океан содержит около 96,5 % от общих запасов воды. В океане перемешивание вод распространяется на любую глубину. Таким образом, вся толща воды вовлекается в глобальный круговорот энергии и вещества. Океаносфера поддерживает динамическое равновесие в природе, поглощая или выделяя тепло, влагу, газы.

Эстуарии и морские побережья (полоса между морями и континентами) характеризуются условиями с особыми экологическими

свойствами. Являясь переходной зоной, они насыщены жизнью. Биоценоз эстуариев и морских побережий включает виды, которые не встречаются ни в морях, ни в пресных водах. Это самые продуктивные биоценозы.

Реки и ручьи характеризуются подвижностью. Обитатели биоценозов приспособляются к динамическим условиям существования.

Озера и пруды характеризуются наличием стоячей воды. Для них характерно явление стратификации, т. е. разделение водной массы на слои разной плотности. Они не перемешиваются и имеют различный температурный и химический режим. По продуктивности выделяют низкопродуктивные озера – олиготрофные, средней продуктивности – мезотрофные и высокопродуктивные – эвтрофные и гиперэвтрофные.

Болота обладают потенциальным плодородием, стабильностью. Для них характерно высокое содержание растительных остатков, гумуса, торфа.

Водный кодекс Российской Федерации
от 03.06.2006 № 74-ФЗ, ред. от 30.12.2021 (фрагмент)

Глава 4. Управление в области использования и охраны водных объектов

Статья 30. Государственный мониторинг водных объектов

1. Государственный мониторинг водных объектов представляет собой систему наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, собственности физических лиц, юридических лиц.

2. Государственный мониторинг водных объектов является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды).

3. Государственный мониторинг водных объектов осуществляется в целях:

1) своевременного выявления и прогнозирования негативного воздействия вод, а также развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние, разработки и реализации мер по предотвращению негативных последствий этих процессов;

- 2) оценки эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;
- 3) информационного обеспечения управления в области использования и охраны водных объектов, в том числе для государственного надзора в области использования и охраны водных объектов.

4. Государственный мониторинг водных объектов включает:

- 1) регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохраных зон, зон затопления, подтопления;
- 2) сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;
- 3) внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;
- 4) оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

5. Государственный мониторинг водных объектов состоит:

- 1) из мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- 2) мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохраных зон;
- 3) мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;
- 4) наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных вод, в водные объекты.

6. Государственный мониторинг водных объектов осуществляется в границах бассейновых округов с учетом особенностей режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностей.

7. Организация и осуществление государственного мониторинга водных объектов проводятся уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной

власти с участием уполномоченных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Статья 31. Государственный водный реестр

1. Государственный водный реестр представляет собой систематизированный свод документированных сведений о водных объектах, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, собственности физических лиц, юридических лиц, об их использовании, о речных бассейнах, о бассейновых округах.

2. В государственном водном реестре осуществляется государственная регистрация договоров водопользования, решений о предоставлении водных объектов в пользование, перехода прав и обязанностей по договорам водопользования, а также прекращения договора водопользования.

3. Государственный водный реестр создается в целях информационного обеспечения комплексного использования водных объектов, целевого использования водных объектов, их охраны, а также в целях планирования и разработки мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод и ликвидации его последствий.

4. В государственный водный реестр включаются документированные сведения:

- 1) о бассейновых округах;
- 2) речных бассейнах;
- 3) водохозяйственных участках;
- 4) водных объектах, расположенных в границах речных бассейнов, в том числе об особенностях режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностях;
- 5) водохозяйственных системах;
- 6) использовании водных объектов, в том числе о водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных вод, в водные объекты;
- 7) гидротехнических и иных сооружений, расположенных на водных объектах;
- 8) водоохранных зонах и прибрежных защитных полосах, зонах затопления, подтопления и других зонах с особыми условиями их использования;
- 9) решениях о предоставлении водных объектов в пользование;

- 10) договорах водопользования;
- 10.1) разрешениях на захоронение донного грунта в морях или их отдельных частях;
- 10.2) местоположении береговой линии (границы водного объекта);
- 11) иных документах, на основании которых возникает право собственности на водные объекты или право пользования водными объектами.

5. Сбор и хранение документированных сведений о подземных водных объектах осуществляются в соответствии с законодательством о недрах.

6. Документированные сведения государственного водного реестра относятся к государственным информационным ресурсам. Документированные сведения государственного водного реестра носят открытый характер, за исключением информации, отнесенной законодательством Российской Федерации к категории ограниченного доступа.

7. В течение пяти рабочих дней уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти предоставляет заинтересованному лицу сведения из государственного водного реестра или в письменной форме направляет ему мотивированный отказ в предоставлении таких сведений. Отказ может быть обжалован заинтересованным лицом в судебном порядке.

8. За предоставление копий документов, указанных в части 4 настоящей статьи, взимается плата. Размер указанной платы, порядок ее взимания устанавливаются Правительством Российской Федерации.

9. Информация о предоставлении водных объектов в пользование размещается на официальном сайте уполномоченного Правительством Российской Федерации федерального органа исполнительной власти в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

10. Ведение государственного водного реестра осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Глава 6. Охрана водных объектов

Статья 55. Основные требования к охране водных объектов

1. Собственники водных объектов осуществляют мероприятия по охране водных объектов, предотвращению их загрязнения, засорения и истощения вод, а также меры по ликвидации последствий указанных явлений. Охрана водных объектов, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, осуществляется исполнительными органами государственной власти или органами местного самоуправления в пределах их полномочий в соответствии со статьями 24—27 настоящего Кодекса.

2. При использовании водных объектов физические лица, юридические лица обязаны осуществлять водохозяйственные мероприятия и мероприятия по охране водных объектов в соответствии с настоящим Кодексом и другими федеральными законами, а также правилами охраны поверхностных водных объектов и правилами охраны подземных водных объектов, утвержденными Правительством Российской Федерации.

Статья 56. Охрана водных объектов от загрязнения и засорения

1. Сброс в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления, в том числе выведенных из эксплуатации судов и иных плавучих средств (их частей и механизмов), запрещаются.

2. Проведение на водном объекте работ, в результате которых образуются твердые взвешенные частицы, допускается только в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации.

3. Меры по предотвращению загрязнения водных объектов вследствие аварий и иных чрезвычайных ситуаций и по ликвидации их последствий определяются законодательством Российской Федерации.

4. Содержание радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений в водных объектах не должно превышать соответственно предельно допустимые уровни естественного радиационного фона, характерные для отдельных водных объектов, и иные установленные в соответствии с законодательством Российской Федерации нормативы.

5. Захоронение в водных объектах ядерных материалов, радиоактивных веществ запрещается.

6. Сброс в водные объекты сточных вод, содержание в которых радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений превышает нормативы допустимого воздействия на водные объекты, запрещается.

7. Проведение на основе ядерных и иных видов промышленных технологий взрывных работ, при которых выделяются радиоактивные и (или) токсичные вещества, на водных объектах запрещается.

8. Захоронение в морях или их отдельных частях донного грунта допускается в соответствии с международными договорами Российской Федерации и законодательством Российской Федерации.

Статья 57. Охрана болот от загрязнения и засорения

1. Загрязнение и засорение болот отходами производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами запрещаются.

2. Осушение либо иное использование болот или их частей не должно приводить к ухудшению состояния неиспользуемых частей этих болот, других водных объектов и к истощению вод.

**Бланк отчета по лабораторной работе 4
Водные экосистемы. Охрана водных объектов
от загрязнения и засорения**

Таблица 4.1

Отличительные особенности водных экосистем разного типа

№ п/п	Название водной экосистемы	Краткая характеристика	Отличительные особенности

Таблица 4.2

Охрана водных объектов от загрязнения и засорения

№ пункта статьи	Содержание пункта статьи (мероприятие по охране водных объектов от загрязнения и засорения)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Таблица 4.3

Перечень загрязняющих веществ на основании
статьи 56 Водного кодекса

№ п/п	Загрязняющее вещество	Примечание
1		
2		
<i>n</i>		

Основные положения государственного водного реестра

1. Понятие государственного водного реестра



2. Назначение государственного водного реестра



3. Цели государственного водного реестра



4. Состав документированных сведений государственного водного реестра	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Лабораторная работа 5

Оценка экологического состояния водоемов по микробиологическим показателям

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Задание

Дать оценку современного экологического состояния водоемов, испытывающих различное антропогенное воздействие, на основе результатов микробиологических исследований.

Учебные вопросы

1. Назовите источники загрязнения водоемов.
2. Назовите основные загрязняющие вещества водной среды.
3. Дайте характеристику физическим, химическим и бактериологическим свойствам воды.
4. Чем характеризуется степень бактериологической загрязненности воды?
5. Индикатором какого вида загрязнения воды является группа сапрофитных бактерий?
6. Какие организации в нашей стране проводят анализ экологического состояния водных объектов?

Нормативно-правовые документы: Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 30.12.2021).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативно-правовые документы к лабораторной работе.
2. Выполните практическую часть работы в соответствии с приведенным после теоретического материала алгоритмом.
3. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненную табл. 5.3, рис. 5.1 и ответы на учебные вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Водным объектом является природный либо искусственный водоем, водоток либо другой объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором обладает характерными формами и признаками водного режима (изменения во времени уровней, расхода и объема воды в водном объекте).

Ухудшение качества и загрязнение воды, истощение водных ресурсов происходят постоянно. Это объясняется соприкосновением с водой и переносом различных веществ. Изменения носят циклический, реже спонтанный характер: они связаны с извержениями вулканов, землетрясениями, цунами, наводнениями и другими катастрофическими явлениями. В антропогенных условиях такие изменения состояния воды носят однонаправленный характер: инородные вещества, попавшие в воду, накапливаются в ней, ухудшая органолептические свойства. Загрязнение воды происходит, когда количество содержащихся в воде инородных веществ, особенно тех, которые оказывают неблагоприятное влияние на человека, животных и растения, достигает критических значений.

Природные воды могут быть загрязнены самыми различными примесями, разделяющимися на группы по их биологическим и физико-химическим свойствам. К первой группе относятся вещества, растворяющиеся в воде и находящиеся в ней в молекулярном или ионном состоянии. Вторая группа — это те вещества, которые образуют с водой взвеси или коллоидные системы. В коллоидном состоянии могут быть минеральные или органические частицы, нерастворимые формы гумуса и отдельные вирусы. Взвесями же являются чаще всего планктон, бактерии и нерастворимые мельчайшие твердые частицы.

Содержание естественных частиц в поверхностных водах неодинаково. Минимальное содержание солей характерно для наших северных рек, а для южных, питаемых подземными водами, — максимальное, до 1,5 г/л. По виду исходных (природных) солей, преобладающих в воде, реки подразделяют на гидрокарбонатные (Волга, Днепр), сульфатные (Дон, Северский Донец), хлоридные и тому подобное. Но все же состояние рек в первую очередь определяется антропогенным фактором.

Интенсивное развитие промышленности, транспорта, перенаселение ряда регионов планеты привели к значительному загрязнению гидросферы. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), около 80 % всех инфекционных болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Источниками загрязнения признаются объекты, с которых осуществляется сброс или иное поступление в водные объекты вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и берегов водных объектов.

На территории России практически все водоемы подвержены антропогенному влиянию. Качество воды в большинстве из них не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхностных вод выявили тенденцию к росту их загрязненности. Ежегодно увеличивается число створов с высоким уровнем загрязнения воды (более 10 ПДК) и количество случаев экстремально высокого загрязнения водных объектов (свыше 100 ПДК).

Основными источниками загрязнения водоемов служат предприятия черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, целлюлозно-бумажной, легкой промышленности.

Микробное загрязнение вод происходит в результате поступления в водоемы патогенных микроорганизмов. Имеет место также тепловое загрязнение вод в результате поступления нагретых сточных вод.

Загрязняющие вещества условно можно разделить на несколько групп. По физическому состоянию выделяют нерастворимые, коллоидные и растворимые примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подвергаются воздействию вредных антропогенных загрязнений, особенно такие реки, как Волга, Дон, Северная Двина, Уфа, Тобол, Томь и другие реки Сибири и Дальнего Востока. 70 % поверхностных вод и 30 % подземных потеряли питьевое

значение и перешли в категории загрязненности «условно чистая» и «грязная». Практически 70 % населения РФ употребляют воду, не соответствующую ГОСТ Р 51232 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».

Нарастают процессы деградации поверхностных водных объектов за счет сбросов в них загрязненных сточных вод предприятиями и объектами жилищно-коммунального хозяйства, нефтехимической, нефтяной, газовой, угольной, мясной, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, а также черной и цветной металлургии, сбора коллекторно-дренажных вод с орошаемых земель, захоронения на морском дне загрязняющих веществ (радиоактивных отходов и т. п.), разнообразных утечек с судов морского транспорта, аварийных выбросов и сбросов судов, добычи полезных ископаемых на морском дне, выпадения загрязняющих веществ с осадками из атмосферы.

Продолжается истощение водных ресурсов рек под влиянием хозяйственной деятельности. Практически исчерпаны возможности безвозвратного водоотбора в бассейнах рек Кубань, Дон, Терек, Урал, Исеть, Миасс и ряда других. Неблагополучным является состояние малых рек, особенно в зонах крупных промышленных центров. Значительный ущерб малым рекам наносится в сельской местности из-за нарушения особого режима хозяйственной деятельности в водоохранных зонах и прибрежных защитных полосах, что приводит к загрязнению рек, а также смыву почвы в результате водной эрозии.

Возрастает загрязнение подземных вод, используемых для водоснабжения. В РФ выявлено около 1200 очагов загрязнения подземных вод, из которых 86 % расположены в европейской части. На территории России обнаружено около 500 участков, где подземные воды загрязнены сульфатами, хлоридами, соединениями азота, меди, цинка, свинца, кадмия, ртути, уровни содержания которых в десятки раз превышают ПДК.

Качество воды характеризуется ее физическими, химическими и бактериологическими свойствами. К физическим свойствам относятся ее температура, цветность, мутность, привкус и запах. Температура воды из колодцев должна быть 7...12 °С. Вода, име-

ющая более высокую температуру, теряет свои освежающие свойства. Температура ниже 5 °С считается вредной для здоровья людей и приводит к простудным заболеваниям. Под цветностью понимают ее окраску и выражают в градусах по платино-кобальтовой шкале. Мутность определяется содержанием в воде взвешенных частиц и выражается в миллиграммах на литр (мг/л). Вода подземных источников имеет малую мутность.

Наличие в воде органических веществ резко ухудшает ее физические (органолептические) показатели, вызывая различного рода запахи (землистый, гнилостный, рыбный, болотный, аптечный, камфорный, запах нефтепродуктов, хлорфенольный и т. д.). Также органические вещества повышают цветность, вспениваемость, оказывают неблагоприятное действие на человека и животных. Установлено, что незначительные изменения физических свойств воды снижают секрецию желудочного сока, а приятные вкусовые ощущения повышают остроту зрения и частоту сокращений сердца (неприятные — снижают).

Химические свойства воды характеризуются следующими показателями: активной реакцией, жесткостью, окисляемостью, содержанием растворенных солей. Активная реакция воды определяется концентрацией водородных ионов. Обычно она выражается через рН. При рН = 7 среда нейтральная; при рН < 7 среда кислая, при рН > 7 среда щелочная.

Жесткость воды определяется содержанием в ней солей кальция и магния. Она выражается в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв/л). Вода подземных источников имеет большую жесткость, а вода поверхностных источников — относительно невысокую (3–6 мг-экв/л). Жесткая вода содержит много минеральных солей, от которых на стенках посуды, котлах и других агрегатах образуется накипь — каменная соль. Жесткая вода губительна и непригодна для систем водоснабжения. Мягкая вода должна иметь жесткость не более 10 мг-экв/л. В последние годы высказано предположение, что вода с низким содержанием солей способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Окисляемость обуславливается содержанием в воде растворенных органических веществ и может служить показателем за-

грязненности источника сточными водами. Для колодцев особую опасность представляют сточные воды, в составе которых есть белки, жиры, углеводы, органические кислоты, эфиры, спирты, фенолы, нефть и др.

Содержание в воде растворенных солей (мг/л) характеризуется плотным (сухим) осадком. Вода поверхностных источников имеет меньший плотный осадок, чем вода подземных источников, т. е. содержит меньше растворенных солей. Предел минерализации питьевой воды (сухого остатка) 1000 мг/л был в свое время установлен по органолептическому признаку. Воды с большим содержанием солей имеют солоноватый или горьковатый привкус. Допускается содержание их в воде на уровне порога ощущения: 350 мг/л для хлоридов и 500 мг/л для сульфатов. Нижним пределом минерализации, при котором гомеостаз организма поддерживается адаптивными реакциями, является сухой остаток в 100 мг/л, оптимальный уровень минерализации 200–400 мг/л. При этом минимальное содержание кальция должно быть не менее 25 мг/л, магния – 10 мг/л.

Степень бактериологической загрязненности воды определяется числом бактерий, содержащихся в 1 куб. см воды, и этот показатель должен быть не более 100. Вода поверхностных источников содержит бактерии, внесенные сточными и дождевыми водами, животными и т. д. Вода подземных артезианских источников обычно не загрязнена бактериями. Различают патогенные (болезнетворные) и сапрофитные бактерии. Для оценки загрязненности воды патогенными бактериями определяют содержание в ней бактерий группы кишечной палочки (БГКП). Бактериальное загрязнение измеряют коли-титром и коли-индексом. Коли-титр – объем воды, в котором содержится одна кишечная палочка, должен составлять не менее 300 мл. Коли-индекс – число кишечных палочек, содержащихся в 1 л воды, должен быть не более 3 [30].

Осуществление контроля за качеством воды

Контроль качества и управление качеством воды в водных объектах призваны дать ответ на ряд вопросов: какую воду следует считать чистой и безопасной, какие вещества и в какой концентрации загрязняют воду и т. п. Необходимое качество воды в водоеме может обеспечиваться поддержанием соответствующих гидрохимических

и гидрологических режимов. Попадающие в водоем токсиканты изменяют гидрохимический состав поверхностной воды и в зависимости от концентрации оказывают влияние на процессы формирования ее качеств. Поэтому контроль состояния водных объектов осуществляется по физическим, химическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям.

В нашей стране анализ состояния водных объектов проводят ряд организаций, относящихся к различным министерствам, например:

- центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды следит за количественными и качественными показателями поверхностных вод и их изменением под влиянием деятельности человека;
- центр санитарно-эпидемиологического надзора контролирует водоемы и воду, используемые для питьевого водоснабжения, лечебно-оздоровительных целей;
- рыбохозяйственная инспекция осуществляет надзор за водоемами, имеющими рыбохозяйственное значение;
- управление по геологии и использованию недр контролирует использование подземных вод и осуществляет охрану их от истощения и загрязнения;
- комитет по водному хозяйству следит за водопользованием и водопотреблением.

Гидрохимический контроль качества воды состоит из системы контроля и наблюдений за химическим составом воды водоемов и водотоков бассейна, поступающими атмосферными осадками, антропогенными источниками загрязнения. Гидрохимическая система контроля и наблюдений создается с учетом сбросов сточных вод, а также видов водопользования. Состав и объем гидрохимических наблюдений определяются требованиями, предъявляемыми органами государственного управления и надзора и основными водопользователями. При этом обычно устанавливаются минерализация, содержание кислорода, биологическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК), содержание основных ионов, биогенных веществ, нефтепродуктов, детергентов, фенолов, пестицидов, тяжелых металлов. Определяются также физические параметры: цветность, температура.

Объектами санитарных наблюдений являются водоемы, которые используются для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Створы обычно расположены вблизи пунктов санитарно-бытового водопользования. При наблюдениях собирают сведения об основных источниках загрязнения: о санитарном благоустройстве населенного пункта; условиях отведения сточных вод; промышленных и других объектах, сбрасывающих сточные воды; качестве и составе сбрасываемых стоков; характере очистки и обеззараживания и т. д.

Загрязненность воды – понятие, относящееся только к вполне определенному месту или зоне водного объекта и к конкретному виду водопользования. Водный объект вне места водопользования не считается загрязненным, даже если его экосистема полностью разрушена вследствие сброса вредных веществ. С экологической точки зрения это неприемлемо. Поэтому специалисты различных производств независимо от того, обеспечена или нет допустимая нагрузка, должны оценивать экологическое состояние водного объекта.

Бактериальное население донных отложений водных объектов играет существенную роль в круговороте органического вещества и в процессах самоочищения воды. Одними из микробиологических показателей для количественной оценки экологического состояния водоемов, испытывающих повышенное антропогенное воздействие, служат общая численность бактерий, обитающих в донных отложениях, – ОЧБ (измеряемая в клетках на 1 мл грунта – кл/мл) и численность сапрофитных бактерий – СБ (измеряемая в колониеобразующих единицах на 1 мл грунта – КОЕ/мл). Сапрофитные бактерии являются индикаторами загрязнения водной среды легкоокисляемым органическим веществом. На основе значений экологического индекса, рассчитанного с помощью отмеченных микробиологических показателей, можно определять экологическое состояние водоемов. Показатели ранжированы в четыре группы [14]: норма, состояние риска, предкризисное состояние и кризис (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Количественная оценка экологического состояния водоемов

Микробиологический показатель	Норма	Состояние риска	Предкризисное состояние	Кризис
ОЧБ, кл/мл	10^7-10^9	10^8-10^9	10^9-10^{10}	10^8-10^{11}
СБ, КОЕ/мл	10^3-10^4	10^4-10^5	10^5-10^6	$<10^4-10^7$
СБ/ОЧБ, %	$< 0,01$	$0,01-0,1$	$0,1-1$	> 1

Оценка экологического состояния водоемов определяется по экологическому индексу, вычисленному по формуле

$$\text{ЭИ} = \text{СБ} / \text{ОЧБ} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где ЭИ – экологический индекс; ОЧБ – общая численность бактерий, кл/мл грунта; СБ – численность сапрофитных бактерий, КОЕ/мл грунта.

Практическая часть задания

Алгоритм выполнения проверяемого задания по оценке экологического состояния водоемов по микробиологическим показателям

1. Выбрать вариант задания из табл. 5.2.
2. Вычислить экологический индекс ЭИ выбранных водных объектов (водохранилище, озеро или река) и занести в табл. 5.3.
3. На основе полученного экологического индекса в соответствии с табл. 5.1 определить экологическое состояние водных объектов. Данные занести в табл. 5.3.
4. Выявить водные объекты, характеризующиеся наиболее и наименее благоприятным экологическим состоянием. Записать в виде вывода.
5. Построить график изменения численности СБ (сапрофитных бактерий) выбранных объектов.
6. На основе построенного графика провести сравнительный анализ загрязнения водных объектов легкоокисляемым органическим веществом. Записать в виде вывода.

Пример расчета:

$$\text{ЭИ} = \text{СБ} / \text{ОЧБ} \cdot 100 \%: 2,03 / 414,54 \cdot 100 \% = 0,49$$

$$\text{ЭИ} = 0,49 \%$$

По табл. 5.1 определяем, что водоем находится в предкризисном состоянии.

Таблица 5.2

Микробиологические показатели водных объектов

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	рН
1	Иваньковское вдхр. (г. Тверь)	0,85	1170	7,0
	Река Шексна	0,06	2870	6,8
	Чебоксарское вдхр.	0,70	4100	7,2
	Куйбышевское вдхр. (речной участок)	0,95	1900	7,4
	Куйбышевское вдхр. (озеро-видный участок)	1,30	3700	6,8
2	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
3	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
4	Угличское вдхр. (озеро-видный участок)	0,1	1400	6,6
	Саратовское вдхр. (речной участок)	0,01	400	7,2
	Саратовское вдхр. (озеро-видный участок)	0,65	2900	5,7
	Волгоградское вдхр. (речной участок)	0,08	300	7,0
	Волгоградское вдхр. (озеро-видный участок)	2,35	2300	6,9
5	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Волжско-Камский плес	0,70	1639	6,8
	Река Кама (с. Кольчуг)	2,03	864	5,9
	Река Вишера	16,84	19082	6,3
	Верховье реки Камы	0,48	4009	6,5

Продолжение табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
6	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Висимский залив	0,60	7927	7,9
	Камское вдхр. (у с. Добрянка)	2,44	21948	7,1
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
	Камское устье	2,24	5184	7,2
7	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
	Русло реки Камы	1,07	2932	7,3
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
	Воткинское вдхр. (д. Берег Камы)	6,24	7514	7,0
8	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
	Иваньковское вдхр. (г. Тверь)	0,85	1170	7,0
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
9	Река Шексна	0,06	2870	6,8
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
10	Чебоксарское вдхр.	0,70	4100	7,2
	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
11	Куйбышевское вдхр. (речной участок)	0,95	1900	7,4
	Камское вдхр. (у с. Добрянка)	2,44	21948	7,1
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
	Камское устье	2,24	5184	7,2
	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
12	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
	Река Шексна	0,06	2870	6,8
	Чебоксарское вдхр.	0,70	4100	7,2

Продолжение табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
	Куйбышевское вдхр. (речной участок)	0,95	1900	7,4
	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8
13	Саратовское вдхр. (речной участок)	0,01	400	7,2
	Черемшанский залив	18,24	1936	6,9
	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
14	Саратовское вдхр. (озеровидный участок)	0,65	2900	5,7
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Волга	3,30	1989	7,0
	Камский плес (п. Камские Поляны)	1,50	17077	7,8
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
15	Волгоградское вдхр. (речной участок)	0,08	300	7,0
	Озеро Асылкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
16	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
	Река Ангара	0,25	700	7,1
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
17	Волжско-Камский плес	0,70	1639	6,8
	Камское устье	2,24	5184	7,2
	Русло реки Камы	1,07	2932	7,3
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
18	Река Кама (с. Кольчуг)	2,03	864	5,9
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Волга	3,30	1989	7,0

Продолжение табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
19	Река Вишера	16,84	19082	6,3
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
20	Верховье реки Камы	0,48	4009	6,5
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
21	Висимский залив	0,60	7927	7,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
22	Камское вдхр. (у с. Добрянка)	2,44	21948	7,1
	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
23	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Волжско-Камский плес	0,70	1639	6,8
	Река Кама (с. Кольчуг)	2,03	864	5,9
24	Камское устье	2,24	5184	7,2
	Волгоградское вдхр. (речной участок)	0,08	300	7,0
	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
25	Русло реки Камы	1,07	2932	7,3
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4

Продолжение табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
26	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
	Река Ангара	0,25	700	7,1
27	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
28	Воткинское вдхр. (д. Берег Камы)	6,24	7514	7,0
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
29	Воткинское вдхр.	4,87	1619	6,8
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Река Енисей	0,31	500	7,1
30	Воткинское вдхр. (г. Оса)	0,74	3757	7,6
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Верховье реки Камы	0,48	4009	6,5
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
31	Воткинское вдхр. (с. Елово)	10,30	4316	7,4
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
	Воткинское вдхр.	4,87	1619	6,8
	Река Ангара	0,25	700	7,1
32	Черемшанский залив	18,24	1936	6,9
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6

Продолжение табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
33	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
34	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Воткинское вдхр. (с. Елово)	10,30	4316	7,4
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
35	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Река Волга	3,30	1989	7,0
36	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
37	Река Волга	3,30	1989	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Ангара	0,25	700	7,1
38	Камский плес (п. Камские Поляны)	1,50	17077	7,8
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
39	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2

Продолжение табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
40	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
41	Река Ангара	0,25	700	7,1
	Верховье реки Камы	0,48	4009	6,5
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Воткинское вдхр. (с. Елово)	10,30	4316	7,4
42	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
	Река Шексна	0,06	2870	6,8
43	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
	Река Кама (с. Кольчуг)	2,03	864	5,9
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
44	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
45	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Волга	3,30	1989	7,0
	Камский плес (п. Камские Поляны)	1,50	17077	7,8
	Река Шексна	0,06	2870	6,8

Окончание табл. 5.2

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, × 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, × 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
46	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Кама (с. Городище)	0,78	6995	7,4
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Река Енисей	0,31	500	7,1
47	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Озеро Аслыкуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
48	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
	Саратовское вдхр. (речной участок)	0,01	400	7,2
	Саратовское вдхр. (озеровидный участок)	0,65	2900	5,7
	Река Кама (с. Кольчуг)	2,03	864	5,9
49	Река Вишера	16,84	19082	6,3
	Верховье реки Камы	0,48	4009	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Висимский залив	0,60	7927	7,9
	Воткинское вдхр. (г. Оса)	0,74	3757	7,6
50	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0

Примечание: вдхр. – водохранилище.

Бланк отчета по лабораторной работе 5
Оценка экологического состояния водоемов
по микробиологическим показателям

Таблица 5.3

Оценка экологического состояния водных объектов
по микробиологическим показателям

№ варианта	Водный объект	СБ, $\times 10^6$ КОЕ/мл	ОЧБ, $\times 10^6$ кл/мл	ЭИ, %	Экологическое состояние
Вывод					

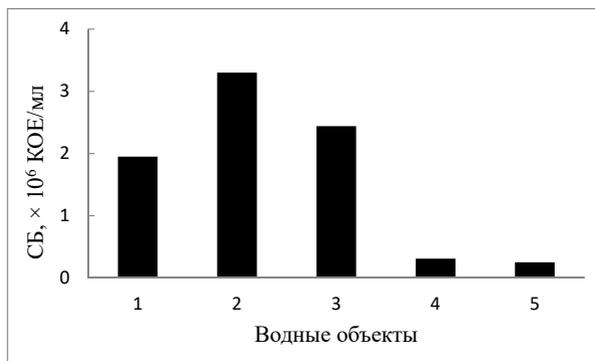


Рис. 5.1. Численность сапрофитных бактерий в донных отложениях водных объектов: 1 – река Сура; 2 – река Волга; 3 – река Обь; 4 – река Енисей; 5 – река Ангара

Вывод (пример): наиболее загрязненным легкоокисляемым органическим веществом объектом является река Волга, в меньшей степени загрязнены реки Сура и Обь, минимально – реки Енисей и Ангара.

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Лабораторная работа 6

Классификация деградационных процессов в почвах

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Задание

Изучить явление деградации городских почв, выявить причины деградационных процессов.

Учебные вопросы

1. Что такое деградация почв?
2. Назовите виды деградационных процессов почв.
3. Назовите причины деградационных процессов в почвах.
4. Дайте определение понятию «почва». Назовите ее свойства.
5. Какое значение имеет почва как функциональный элемент экосистемы?

Нормативно-правовые документы:

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 30.12.2021).
2. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (ред. от 11.06.2021).
3. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 30.12.2021).
4. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2021).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативно-правовые документы к практическому заданию.
2. Изучите основные явления деградации и нарушения почв и внесите в табл. 6.1 (группы деградаций). Ознакомьтесь с характеристиками деградации почв и причинами, вызывающими данное явление. Занесите информацию в табл. 6.1.
3. Дайте определение понятиям «деградация почвы», «эрозия почвы», «засоление почвы».

4. Определите вид деградационных процессов в почвах местности вашего проживания (от 1 до 3 типов почв). Выявите причины деградационных процессов почв. Результаты исследования занесите в табл. 6.2.
5. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненные табл. 6.1, 6.2, определения понятий из пункта 3 рекомендаций и ответы на учебные вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Деградация почв. Большинство исследователей деградационных процессов все их виды объединяют в три группы [2]: физическая, химическая и биологическая деградация почв (ДП).

Физическая ДП – ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля.

Химическая ДП – ухудшение химических свойств почвы: истощение запасов питательных элементов, вторичное засоление и осолонцевание, загрязнение токсикантами.

Биологическая ДП – сокращение видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей.

К группе *физической ДП* относятся прежде всего *механические нарушения*, приводящие к физическому разрушению всего почвенного профиля или его части, что может быть вызвано различными формами антропогенных воздействий, относящихся к сфере промышленной или сельскохозяйственной деятельности.

К промышленным формам нарушений относятся индустриально-мусорно-отвальные, торфяно-карьерные, просадочно-карьерно-отвальные и другие, связанные с добычей полезных ископаемых, а также разрушения почв при строительстве дорог, газо- и нефтепроводов.

Наиболее существенные сельскохозяйственные нарушения обусловлены распашкой и выпасом скота. При распашке происходят изменения микрорельефа поверхности, плотности сложения го-

ризонтов почвы, резкое увеличение эрозионной опасности и т. д. Выпас вызывает формирование пространственной неоднородности, изменение биопродуктивности фитоценозов, ухудшение физических и химических свойств почв, снижение их противоэрозионной устойчивости.

В итоге физическая ДП выражается в ухудшении почвенной структуры и всего комплекса физических свойств (в уменьшении пористости, водопроницаемости, воздухоемкости и пр.).

Крайней степенью физической деградации является полное уничтожение почвы как природного тела вплоть до состояния горной породы. В этом случае ландшафт превращается в абиотическую пустыню.

Химическая ДП может быть вызвана как сельскохозяйственным влиянием, так и промышленными производствами, транспортом, поселениями человека. Последствия могут быть различные. Потери гумуса характерны для пахотных почв. При хорошо организованном земледелии возможно и накопление в почве гумуса, но это наблюдается редко. Накопление нежелательных балластных веществ происходит при химических мелиорациях и внесении удобрений. Усиление выноса некоторых полезных химических элементов возможно при орошении. Химические негативные процессы, обусловленные сельскохозяйственным воздействием, легче преодолеть, нежели техногенные (нефте- и газодобыча, металлургическая промышленность).

Деградация биологических свойств почв. При любых видах деградации почв первыми на них реагируют именно организмы. С одной стороны, они стремятся благодаря изменению своей активности поддержать равновесие, с другой — они первыми страдают от нарушений. В первую очередь нарушается биоразнообразие, происходит его обеднение, идет перегруппировка популяций, изменяются доминирующие и часто встречающиеся виды, некоторые виды вообще исчезают, могут появляться и новые виды, часто вредные.

Сохранение стабильности и нормального функционирования биоты обеспечивается огромным микробным пулом, отличающимся как большим общим запасом микроорганизмов (микробной биомассой), так и огромным качественным разнообразием (ми-

кробным генофондом). В составе пула большинство организмов находится в состоянии анабиоза и выходит из него в случае необходимости проведения коррекции в функционировании биоты. С уменьшением пула микроорганизмов и его разнообразия происходят и функциональные нарушения, например способности к азотфиксации, гумусообразованию и структурообразованию, гипертрофируются такие функции, как скорость разложения органического вещества, нитрификационная и денитрификационная способность. Появляются новые отрицательные свойства, например появление потенциальных патогенов, аллергенов и фитопатогенов, образование фитотоксинов. В некоторых случаях наблюдается деградация микробного комплекса из-за загрязнения его посторонними непочвенными организмами, например фекальными, или микробами с микробиологических производств (антибиотиков, белково-витаминных концентратов, ферментов и некоторых химикатов).

Почвенные организмы страдают от всех видов деградации. При ветровой или водной эрозии почв организмы частично или почти полностью теряются, причем для восстановления биоты требуется восстановление самой почвы.

Почвенные организмы резко реагируют на деградацию химического состояния почв. Особенно сильно сказывается загрязнение тяжелыми металлами, пестицидами, подкисление почв, уменьшение содержания гумуса и т. д. Однако организмы являются и мощным фактором борьбы с химической деградацией почв, так как они могут очищать почву от нефти и пестицидов, способствовать образованию органо-минеральных соединений, содержащих тяжелые металлы. Они также способствуют передвижению таких соединений вниз по почвенному профилю либо заключению их в пленки и агрегаты, где они не могут проявлять своего токсичного действия. Способность микроорганизмов к метилированию тяжелых металлов и некоторых других элементов приводит к их удалению из почвы в виде летучих соединений. Почвенные организмы способны разрушать все вредные природные органические соединения и большинство токсичных искусственных органических веществ.

В результате хозяйственной деятельности почва часто теряет свое плодородие, деградирует или даже полностью разрушается. Это

происходит, когда деятельность человека является нерациональной, экологически необоснованной. Для предотвращения негативных экологических последствий воздействия человека на почву необходимо самое пристальное внимание уделять вопросам рационального использования и охраны почв.

Охрана и рациональное использование почв — это система мероприятий, направленных на защиту, улучшение и рациональное использование земель, увеличение плодородия почв и поддержание устойчивости биосферы в целом.

Деградация (постепенное ухудшение качества почвы в результате ухудшения структуры, химических свойств и утраты плодородия) и полное разрушение почвы могут происходить как в результате природных явлений (природное изменение условий почвообразования, извержение вулканов, ураганы), так и в результате хозяйственной деятельности человека.

Явления деградации и полного разрушения почвы по характеру воздействия можно разделить на несколько основных групп:

1. *Нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем:*

- деvegetация почв (потеря почвами растительного покрова, ведущая к омертвлению почв);
- дегумификация почв (потеря почвами гумуса);
- почвоутомление и истощение почв (процессы, происходящие в почвах в результате длительного возделывания одного вида сельскохозяйственных культур).

2. *Патологическое состояние почвенных горизонтов и профиля почв:*

- отчуждение и выключение почв из действующих экосистем — промышленная эрозия почв (отчуждение почв городами, поселками, дорогами, линиями электропередач и связи, трубопроводами, карьерами, водохранилищами, свалками и т. д.);
- водная и воздушная эрозия (дефляция) почв (разрушение верхних слоев почвы под действием воды и ветра);
- образование бесструктурных кор и переуплотненных горизонтов (потеря почвой структуры или ее переуплотнение при обработке полей тяжелой техникой при влажности, превышающей «физическую спелость» почв; при вторичном осолонцевании черноземных почв; при образовании подпахотного уплотненного горизонта на старых пашнях).

3. Нарушение водного и химического режимов почв:

- сухость и опустынивание почв (результат как общеземного послеледникового процесса опустынивания, так и непродуманной хозяйственной деятельности человека);
- селевые разливы и оползни (результат сведения растительности в горных районах);
- вторичное засоление почв (результат неправильного орошения минерализованными или пресными водами);
- природная и вторичная кислотность почв (кислотность почв ниже оптимальной реакции почв, которая для многих сельскохозяйственных растений находится в интервале рН 5,5–8; вторичная кислотность возникает в результате выбросов в атмосферу соединений кислот промышленного, транспортного и другого происхождения);
- переосушение почв (результат неправильно проводимых осушительных мелиораций).

4. Затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ.

Создание водохранилищ сопровождается развитием комплекса негативных процессов, приводящих к деградации почвенного покрова: затопление пойменных и надпойменных террас, подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв, абразия берегов и засоление дельт, размыв и уничтожение почв приморских дельт, загрязнение и содовое (щелочное) засоление вод и почв и др.

5. Загрязнение и химическое отравление почв:

- промышленное загрязнение почв (результат осаждения паров, аэрозолей, пыли или растворенных соединений поллютантов на поверхность почвы с атмосферными осадками);
- сельскохозяйственное загрязнение почв (результат неправильного применения пестицидов, внесения сверхнормальных доз минеральных и органических удобрений, отходов и стоков животноводческих ферм);
- радиоактивное загрязнение почв (природное или антропогенное накопление в почве радионуклидов в результате ядерных взрывов, аварийных выбросов на атомных предприятиях, утечки радиоактивных материалов, захоронения отходов атомной промышленности).

6. *Деградация ландшафтов районов с распространением многолетней мерзлоты.* Эти территории отличаются крайней неустойчивостью к воздействию антропогенных факторов. Неупорядоченное движение транспорта, перевыпас и другие процессы приводят к нарушению растительного покрова, что обуславливает протаивание мерзлых грунтов, развитие эрозионных процессов, разрушение почвенного покрова.

7. *Разрушение почв военными действиями.* Передвижение военной техники, строительство фортификационных сооружений, взрывы бомб, снарядов и т. д. приводят к деградации и даже полному разрушению почвенного покрова. Испытание и применение ядерного оружия вызывают радиоактивное загрязнение почв.

Бланк отчета по лабораторной работе 6
Классификация деградационных процессов в почвах

Таблица 6.1

Явление деградации и полного разрушения почв

Вид деградации	Характеристика почвы, причины деградации
1. Группа	
—	
—	
—	
2. Группа	
—	
—	
—	
3. Группа	
—	
—	
—	
—	
—	
4. Группа	
5. Группа	
—	
—	
—	
6. Группа	
7. Группа	

Таблица 6.2

Деграционные процессы в почвах, расположенных
на территории...

№ пп	Местность, объект	Вид деграционного процесса почвы	Причина деградации почвы
1			
2			
3			

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Лабораторная работа 7 Концепция экосистемных услуг в структуре социо-эколого-экономической системы

Тема 3. Современная концепция устойчивого развития

Задание

С помощью социо-эколого-экономического метода анализа концепции природного капитала дать оценку экосистемных услуг.

Учебные вопросы

1. Что такое экосистема?
2. Что такое природный капитал?
3. Что понимается под термином «экосистемные услуги»?
4. В чем состоит взаимосвязь между компонентами социо-эколого-экономической системы?
5. Назовите функции и услуги природных экосистем.

Нормативно-правовые документы:

1. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (ред. от 11.06.2021).
2. Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире» (ред. от 11.06.2021).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативно-правовые документы к лабораторной работе.
2. В теоретическом материале изучите схему, представленную на рис. 7.1. Сделайте подрисуночные подписи к рис. 7.2 на бланке отчета.
3. Дайте определения элементов социо-эколого-экономической системы. Заполните табл. 7.7.
4. Изучите типы классификаций экосистемных услуг из теоретического материала.
5. Определите, какими видами экосистемных услуг вы пользуетесь как индивид и какими видами экосистемных услуг пользуется предприятие (производство или технологический процесс) вашего города или предприятие, на котором вы работаете. Заполните табл. 7.8.
6. Изучите ноосферные нормы поведения, автором которых является А.Г. Бусыгин. Заполните табл. 7.9.
7. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), рис. 7.2, заполненные табл. 7.7, 7.8, 7.9 и ответы на учебные вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Становление и современное состояние концепции устойчивого развития и экосистемных услуг [6]

(Розенберг А. Г. Оценка и прогнозные сценарии изменений экосистемных услуг для достижения устойчивого развития Самарской области : дисс. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2016. 163 с.)

Концепция экосистемных услуг и связанная с ней концепция «природного капитала» доказали свою полезность для управления

территориями и принятия решений по двум основным причинам. Во-первых, они помогают синтезировать необходимые экологические и экономические принципы, что позволяет исследователям и управленцам объединять социальные и экологические системы. Во-вторых, ученые и политики могут использовать данные концепции для того, чтобы оценить экономические и политические компромиссы между развитием территорий и сохранением биоразнообразия.

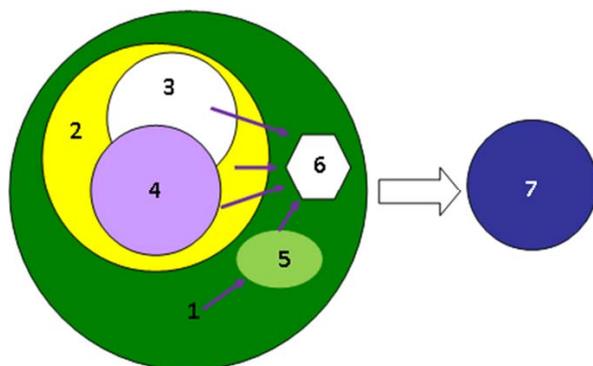


Рис. 7.1. Взаимосвязь между компонентами социо-эколого-экономической системы: 1 – природный капитал; 2 – социальный капитал; 3 – производственный капитал; 4 – человеческий капитал; 5 – экосистемные услуги; 6 – взаимодействия; 7 – благосостояние человека [6]

Несмотря на то, что в научной литературе широко употребляются термины «природный капитал», «экосистемные услуги» и «экосистемные функции», в настоящее время не существует единого стандартизированного определения этих понятий. Рассмотрим существующие определения более подробно.

Природный капитал (англ. *natural capital* – естественный капитал) относится к тем параметрам экосистем, которые выступают в качестве экосистемных функций и способны оказывать экосистемные услуги для общества. Функции экосистемы относятся к способности экосистем, ввиду особенностей их внутренней структуры и взаимосвязей, предоставлять услуги, направленные на повышение благополучия человека. Экосистемные услуги – это блага, которые человечество получает от экосистем.

Понятию капитала посвящено множество трудов в экономической литературе. Хотя этот концепт все еще является предметом дискуссий среди экономистов, капитал, как правило, понимается в неоклассической теории как «запас реальных товаров с возможностью получения дополнительных товаров или выгод в будущем».

Часто под «природным капиталом» понимается следующее: запас природных ресурсов или экологических активов, способных обеспечить поток полезных товаров и услуг в настоящее время и в будущем. Это определение наиболее широко употребляется в научных исследованиях. Еще одно определение природного капитала имеет явно «ресурсный» оттенок: экономическая категория, представляющая абиотические (минеральное сырье) и биотические (растения, животные, микроорганизмы и пр.) компоненты биосферы, которые рассматриваются как средства глобального производства кислорода, фильтрации воды, защиты почв от эрозии и др.

Термины «экологические функции» и «экосистемные функции» время от времени употребляются как равнозначные и взаимозаменяемые, что может привести к некоторой неопределенности. Подчеркнем важное различие между обоими концептами. В то время как экологические функции присущи внутренним свойствам экосистем в качестве ключевого компонента экологической целостности, экосистемные функции являются своего рода мостом между природным и социальным капиталом через свою способность предоставлять экосистемные услуги.

В настоящее время нет единого определения термина «экосистемные услуги». Приведем лишь некоторые из них.

Экосистемные услуги — это условия и процессы, посредством которых природные экосистемы поддерживают человеческую жизнь.

Экосистемные услуги — это основа устойчивого развития, блага, которые люди получают от природы.

Экосистемные услуги — это выгоды, которые люди получают от экосистем. Сюда входят такие услуги, как обеспечение пищей и водой, регулирующие услуги, предотвращение наводнений и борьба с болезнями; культурные услуги (духовные, рекреационные и культурные блага) и вспомогательные услуги, такие как, например, круговорот питательных веществ, которые поддерживают условия для жизни на Земле.

Экосистемные услуги — компоненты природы, которые используются для непосредственного потребления, наслаждения и поддержания человеческого благополучия.

Экосистемные услуги — аспекты экосистем, используемые (активно или пассивно) для поддержания человеческого благополучия.

Экосистемные услуги — это прямой и косвенный вклад экосистем в благополучие человека.

Развитие научного направления, связанного с экосистемными услугами, стимулировала Программа по сохранению биоразнообразия Института экологической экономики Бейера в начале 1990-х годов.

Так, *природный капитал* (бывшая «земля») включает в себя экологические системы, месторождения полезных ископаемых, экосистемные услуги и пр.; *человеческий капитал* (бывший «труд») включает в себя знания, интеллект (его ноу-хау), здоровье, качественный и производительный труд и качество жизни; *производственный капитал* по-прежнему включает в себя все машины и другие объекты инфраструктуры человеческой экономики и, наконец, *социальный* (или *культурный*) *капитал* (богатство в форме знаний или идей, сеть межличностных связей, институциональных механизмов, правил и норм, что позволяет оценить влияние культуры на экономику).

В конце 1990-х и в начале 2000-х годов концепция экосистемных услуг утвердилась и на политической арене, например через экосистемный подход и глобальную оценку биоразнообразия. Международная программа «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» представляет собой важнейшую веху в развитии концепции экосистемных услуг в политической повестке дня. Подчеркивая антропоцентрический подход к изучению окружающей среды, программа обозначила зависимость человека не только от экосистемных услуг, но и от функционирования самих экосистем, способствуя усилению значимости биоразнообразия и экологических процессов для благосостояния людей.

В последние несколько лет были представлены проекты, рассматривающие глобальные экологические проблемы с экономической точки зрения и способствующие проведению глобального анализа затрат и выгод (например, обзор по экономике изменения климата и инициативы по биологическому разнообразию в Потсдаме. Проект «Экономика экосистем и биоразнообразия», вытекающий из этой инициативы, направлен на оценку стоимости услуг экосистемы).

Примеры классификаций экосистемных услуг представлены в табл. 7.1–7.5.

Таблица 7.1

Классификация Millennium Ecosystem Assessment

Снабжающие услуги	Регулирующие услуги	Культурные услуги	Поддерживающие услуги
Продукты, получаемые от экосистем	Блага, получаемые от регулирования экосистемных процессов	Нематериальные блага, получаемые от экосистем	Услуги, необходимые для создания всех прочих экосистемных услуг
Пища; пресная вода; древесина; волокно (Fiber); биохимические элементы; генетические ресурсы	Регулирование климата; регулирование уровня заболеваемости; регулирование воды; очистка воды; опыление	Духовные и религиозные; рекреация и туризм; эстетические; вдохновляющие; образовательные; природное наследие; культурное наследие	Почвообразование; пищевые цепи; циклы питания; первичная продукция

Примечание: перечислены основные виды услуг.

Таблица 7.2

Классификация экосистемных услуг и их связь с человеческими ценностями, экосистемными процессами и природными богатствами по Уоллесу

Категория человеческих ценностей	Экосистемные услуги – восприятие на уровне индивида	Примеры экосистемных процессов и природных богатств, которыми необходимо управлять для получения услуг
Базовые ресурсы	Пища; кислород; питьевая вода; энергия (для приготовления пищи и/или обогрева); другие типы поддержки	<i>Экосистемные процессы:</i> биологическое регулирование; регулирование климата; стихийные бедствия, включая лесные пожары, циклоны, наводнения; регулирование выбросов; управление «красотой»
Защита от хищников, болезней, паразитов	Защита от хищников; защита от болезней и паразитов	ландшафтов; регулирование питательных веществ; опыление;

Категория человеческих ценностей	Экосистемные услуги – восприятие на уровне индивида	Примеры экосистемных процессов и природных богатств, которыми необходимо управлять для получения услуг
Благоприятная среда	Температура (энергия, в том числе огонь для обогрева); влажность; свет; химический состав	производство сырья для пошива одежды, строительства и т. д.; производство сырья для получения энергии (например, дрова); производство лекарств; социокультурные взаимодействия; почвообразование; сохранение почв; регулирование отходов; экономические процессы.
Социокультурные потребности	Доступ к ресурсам для духовно-философского удовлетворения; благоприятная социальная группа; отдых / свободное время; эстетические потребности; личный рост; способность культурного и биологического развития; познавательные ресурсы; генетические ресурсы	<i>Биотические и абиотические элементы</i> Процессы, которыми необходимо управлять для получения определенного набора экосистемных элементов. Элементы можно охарактеризовать как <i>природные блага</i> , например: биоразнообразие, богатство земельных ресурсов (геоморфология), запасы воды, запасы энергии

Таблица 7.3

Классификация экосистемных услуг по Дейли

Производство товаров	Процессы регенерации	Насыщенность жизни (life-fulfilling)	Сохранение благ
<i>Пища</i> : продукция животноводства и растениеводства; корма; морепродукты; специи. <i>Фармацевтика</i> : лекарственные препараты;	Процессы фильтрации; детоксикация и разложение отходов; генерация и возобновление плодородия почвы; очистка воздуха;	Эстетическая красота; культурные, интеллектуальные и духовные ценности; ценность жизни;	Поддержание экологических систем и компонентов, необходимых для будущих поставок этих товаров и услуг

Окончание табл. 7.3

Производство товаров	Процессы регенерации	Насыщенность жизни (life-fulfilling)	Сохранение благ
<p>предшественники синтетических лекарственных препаратов.</p> <p><i>Долговечные материалы:</i> природные волокна; лесоматериалы.</p> <p><i>Энергия:</i> биотоплива; низкоседиментационная вода для нужд гидроэнергетики.</p> <p><i>Промышленные товары:</i> воски, масла, ароматы, красители, латекс, резина и т. д.;</p> <p>предшественники многих синтетических продуктов.</p> <p><i>Генетические ресурсы.</i></p> <p><i>Промежуточные товары, которые увеличивают производство других товаров</i></p>	<p>очистка воды; транслокационные процессы;</p> <p>разброс семян, необходимых для рекультивации, опыление сельскохозяйственных культур и естественной растительности;</p> <p>стабильность речных и прибрежных экосистем;</p> <p>компенсация одного вида другому в различных условиях;</p> <p>контроль за большинством потенциальных видов вредителей;</p> <p>модерация погодных явлений (например, температуры и ветра);</p> <p>частичная стабилизация регулирования климата гидрологического цикла (смягчение последствий наводнений и засух)</p>	<p>научное открытие; безмятежность</p>	

Таблица 7.4

Классификация экосистемных товаров и услуг по Брауну и др.

Экосистемные товары	Экосистемные услуги
<p><i>Невозобновляемые:</i> строительные материалы и полезные ископаемые; ископаемое топливо.</p> <p><i>Возобновляемые:</i> дикая природа и рыба (пища, мех); растения (пища, волокно, топливо, лекарственные травы); вода; воздух; почвы; отдых, рекреация, эстетические (например, красота пейзажа) и образовательные возможности</p>	<p>Очистка воздуха и воды (детоксификация и разложение отходов); передвижение питательных веществ; поддержание и обновление почвы и плодородия почвы; опыление зерновых и естественной растительности; разброс семян; борьба с эрозией; поддержание среды обитания растений и животных; борьба с вредителями, влияющими на растения или животных (включая человека); защита от вредных солнечных лучей; частичная стабилизация климата; модерация экстремальных температур, скорости ветра и высоты волн; смягчение последствий наводнений и засух</p>

Таблица 7.5

Функции и услуги природных экосистем

Функции	Экосистемные процессы и компоненты	Экосистемные услуги (примеры)
Регулирующие функции	Поддержание основных экологических процессов и систем жизнеобеспечения	
Регулирование выбросов	Роль экосистем в биогеохимических циклах	УФ-защита, качество воздуха
Регулирование климата	Влияние растительного покрова и биологически связанных процессов на климат	
Предотвращение природных катаклизмов	Влияние структуры экосистем на демпфирование природных нарушений	Защита от ураганов (с помощью коралловых рифов); защита от наводнений (ветланды и лесные массивы)

Продолжение табл. 7.5

Функции	Экосистемные процессы и компоненты	Экосистемные услуги (примеры)
Регулирование воды	Роль растительного покрова для речных стоков и водоспуска	Дренаж и естественная ирригация; снабжение питьевой водой
Водоснабжение	Фильтрация и хранение запасов пресной воды (грунтовые воды)	
Сохранение почв	Роль вегетационной корневой матрицы и почвенной биоты в сохранении почвы	Предотвращение эрозии почв; поддержание пахотных земель
Почвообразование	Разрушение скал и накопление органического материала	Поддержание необходимого уровня продуктивности пахотных угодий
Регулирование питательных веществ	Роль биоты в сохранении и циркуляции питательных веществ	
Переработка отходов	Роль растительности и биоты в удалении избыточных питательных веществ и соединений	Контроль за выбросами; снижение уровня шума
Опыление	Роль биоты в движении растительных гамет	Опыление дикорастущих растений, зерновых
Биологический контроль	Трофико-динамическое регулирование популяций	Контроль за животными и болезнями
Функции ареала	Среда обитания для растений и животных	
Рефугиумы	Подходящие условия для жизни растений и животных	
Контроль за местами разведения любой формы жизни	Подходящие условия для воспроизводства растений и животных	Охота, сбор грибов, ягод и т. д.; ведение натурального хозяйства и аквакультур

Продолжение табл. 7.5

Функции	Экосистемные процессы и компоненты	Экосистемные услуги (примеры)
Обеспечивающие функции	Обеспечение природными ресурсами	
Пища	Преобразование солнечной энергии в органическое вещество съедобных растений и животных	Топливо и энергия (например, топливная древесина, органическое вещество); корм и удобрения (например, криль, листья, мусор)
Сырье	Преобразование солнечной энергии в биомассу для строительства и прочих нужд	Улучшение сопротивления урожая патогенным организмам и вредителям
Генетические ресурсы	Генетический материал и эволюция дикорастущих растений и животных	Лекарственные препараты; химические модели и инструменты; организмы для украшения, сувениров (например, пушнина, перья, слоновая кость, орхидеи, бабочки, аквариумные рыбы, раковины и т. д.)
Лекарственные ресурсы	Разнообразие (био-) химических веществ в естественной биоте	
Декоративные ресурсы	Разнообразие биоты в природных экосистемах	
Информационные функции	Возможности для когнитивного развития	
Эстетические	Красота природы	Наслаждение красотой пейзажей
Рекреационные	Разнообразие ландшафтов для целей рекреации	Экотуризм, занятия спортом на открытом воздухе
Культурные	Разнообразные природные блага, имеющие культурную или художественную ценность	Использование природы в книгах, кино, живописи, фольклоре, национальных символах и т. д.
Духовные	Разнообразные природные блага, имеющие духовное или историческое значение	Использование природы в религиозных или исторических целях

Функции	Экосистемные процессы и компоненты	Экосистемные услуги (примеры)
Потребность в образовании	Разнообразные природные блага, имеющие значение для науки или образования	Использование природных систем для школьных экскурсий и т. д., использование природы для научных исследований

Экосистемные услуги и функции Р. Костанцы. Еще один подход к оценке природного капитала (natural capital) и экосистемных услуг (в глобальном масштабе; ecosystem services) в 1997 г. предложил Р. Костанца с соавторами, опубликовав статью в журнале «Nature». В частности, одна из классификаций (все экосистемные услуги разделены на 19 основных категорий) приведена в табл. 7.6.

Таблица 7.6

Экосистемные услуги с учетом их пространственных характеристик

Глобальные (не зависящие от определенного места)	Локальные (в зависимости от близости определенного места)	Потоковые (связанные с потоком от точки производства до точки использования)	В месте нахождения (точка использования)	Относящиеся к передвижениям индивида (движение людей к уникальным природным объектам)
Регулирование климата; связывание углерода; хранение углерода; культурные/духовные ценности	Подавление нарушений/защита от штормов; обработка отходов; опыление; биологический контроль; ареалы/рефугиумы	Регулирование воды/защита от наводнений; водоснабжение; регулирование отложений/контроль эрозии; регулирование питательных веществ	Формирование почвы; производство продуктов питания/недревесных лесных продуктов; сырье	Генетические ресурсы; рекреационный потенциал; культурные/эстетические

Экологические парадигмы. С целью реализации концепции устойчивого развития предлагаются ноосферные нормы поведения людей, которые особенно актуальны для выстраивания гармоничного взаимодействия с экосистемами различного масштаба, включая биосферу как глобальную экосистему [3]. А.Г. Бусыгин рекомендует признать приоритетными общечеловеческие ценности: *жизнь, экологические блага и здоровье человека*. Для сохранения в биосфере человеческой популяции в первую очередь необходимо *изменить мышление человечества с антропоцентрического* (т. е. когда человек подчиняет природу только своим интересам) *на экологическое* (гармоничное взаимодействие человека и природы с учетом динамического равновесия биосферы). Предлагается руководствоваться в своих действиях тем, что человек *не только потребитель природы, но и неотъемлемая ее часть*, полностью зависимая от окружающей среды. Решением экологических проблем должны заниматься *совместно люди всех наций, рас и вероисповеданий*. Следует принять как руководство к действию, что экологический кризис выдвинул перед человечеством принципиально новый класс сложнейших эколого-социально-экономических задач, требующих от всех людей, живущих на Земле, *качественно нового — интегративно-го уровня образования*. Философию выживания человечеству необходимо превратить в конкретные дела: *не допускать экологических правонарушений, непрерывно следить за состоянием окружающей среды*. Специалисты должны разрабатывать только «*экологосовместимые*», *ресурсоэкономные технологии*, подвергать их экологической экспертизе, исходя из аксиом экологии, что природа «исчерпаема» и в ней нет такого понятия, как «мусор».

**Бланк отчета по лабораторной работе 7
Концепция экосистемных услуг в структуре
социо-эколого-экономической системы**

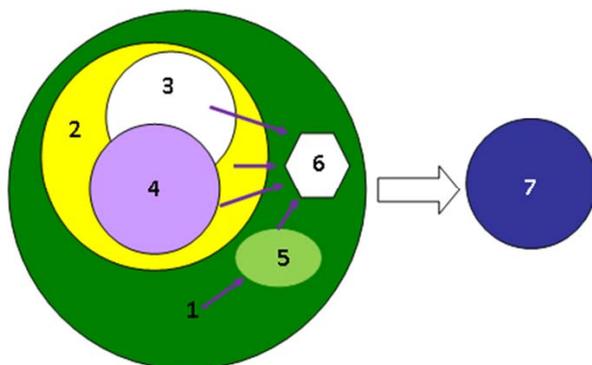


Рис. 7.2. Взаимосвязь между компонентами
социо-эколого-экономической системы:
1 – ... ; 2 – ... ; 3 – ... ; 4 – ... ; 5 – ... ; 6 – ... ; 7 – ...

Таблица 7.7

Структура социо-эколого-экономической системы

Элемент социо-эколого-экономической системы	Определение/содержание*
Благосостояние человека	
Социальный капитал	
Производственный капитал	
Природный капитал	
Экосистемные услуги	
Человеческий капитал	
Взаимодействия	

*Примечание: найти в тексте и самостоятельно сформулировать.

Лабораторная работа 8

Международное сотрудничество в сфере биосферного климата

Тема 3. Современная концепция устойчивого развития

Задание

Изучить механизмы образования парниковых газов и основные принципы предотвращения глобального изменения климата.

Учебные вопросы

1. Какие газы являются парниковыми?
2. В чем состоит механизм образования парникового эффекта?
3. Какие существуют антропогенные источники эмиссии парниковых газов?
4. Назовите основное положение Парижского соглашения по климату 2015 г.

Нормативно-правовые документы:

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 30.12.2021).
3. Парижское соглашение по климату, принятое 12 декабря 2015 года по итогам 21-й конференции Рамочной конвенции об изменении климата (РКООНИК) в Париже.

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативно-правовые документы к лабораторной работе. Особенно уделите внимание выявлению механизма образования парникового эффекта. Заполните табл. 8.1.
2. Изучите фрагмент документа международного уровня – Парижского соглашения в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата 2015 года.
3. Выявите цель и основные положения данного документа. Заполните табл. 8.2.

4. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненные табл. 8.1, 8.2, ответы на учебные вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Глобальное потепление климата

Главным фактором глобальных изменений в XX столетии и в настоящее время служит прогрессирующее потепление климата, которое продолжается уже свыше 100 лет.

Антропогенное изменение климата, известное как явление парникового эффекта, связано с накоплением в атмосфере парниковых газов. Планетарное изменение оптических свойств в атмосфере в инфракрасной области в результате антропогенной эмиссии парниковых газов приводит к изменению радиационного баланса Земли – глобальному потеплению климата и является одним из наиболее значимых воздействий человека на биосферу. Все виды солнечного излучения (от ультрафиолетового до инфракрасного) достигают земной поверхности и нагревают ее. Земля переизлучает накопившуюся тепловую энергию в виде инфракрасного излучения (ИК-излучение) в космос. Переизлученное ИК-излучение интенсивно поглощается парниковыми газами, которые действуют в атмосфере как стекло в парнике: они беспрепятственно пропускают к Земле солнечную радиацию, но задерживают тепловое излучение Земли. В результате повышается температура ее поверхности, изменяются погода и климат.

Основные парниковые газы (водяной пар, CO_2 , CH_4 , NO_x) всегда присутствовали в атмосфере и не относятся к вредным веществам. Однако стремительный рост атмосферной концентрации CO_2 , CH_4 , N_2O в индустриальную эпоху, особенно в последние полвека, повлек значительные изменения в климатической системе Земли и стал угрожать стабильному существованию биосферы и благополучию человека. По сравнению с доиндустриальной эпохой, к 2000 г. концентрация CO_2 в атмосфере возросла в 1,3 раза, CH_4 – в 2,5 раза, NO_x – в 1,15 раза. Всемирная метеорологическая

организация (ВМО) опубликовала бюллетень по выбросам парниковых газов по состоянию на 2017 г.

Выбросы двуокси углерода (CO_2), метана (CH_4) и оксида азота (N_2O) достигли новых максимумов и превышали в 2017 году доиндустриальные (до 1750 г.) значения на 146 %, 257 % и 122 % соответственно. По разным данным, вклад диоксида углерода в парниковый эффект составляет 50–70 %, метана – около 20 %, оксидов азота – около 5 %, озона, фреонов и других газов – 10–25 %. Всего известно более 30 парниковых газов.

Россия является одной из основных стран – эмиттеров парниковых газов. Антропогенная эмиссия CO_2 в России связана главным образом с потреблением ископаемых видов топлива – угля, нефти, природного газа, в очень небольшой степени – топливного торфа. Значительно меньший вклад вносят промышленные процессы, такие как производство цемента, выплавка алюминия, производство азотной кислоты, соды и другие промышленные технологии, связанные с окислением углеродсодержащего минерального сырья.

Антропогенная эмиссия оксидов азота (оксида азота и диоксида азота, так называемых NO_x) в атмосферу связана в основном с процессами горения. Главными источниками NO_x являются теплоэнергетика, промышленное производство и предприятия коммунального хозяйства, использующие уголь и газ; сжигание ископаемого органического топлива, в том числе автомобильного; лесные пожары; использование дров в качестве топлива, сжигание отходов. Основную часть антропогенного выброса NO_x составляет оксид азота NO .

Основным антропогенным источником поступления в атмосферу метана являются полигоны твердых бытовых и промышленных отходов, свалки. В результате анаэробного разложения мусора образуется метан. Другим источником могут быть животноводческие фермы, так как метан самопроизвольно выделяется в навозохранилищах. По некоторым данным, жвачные животные выделяют в атмосферу до 15 % всего метана.

Парижское соглашение по климату, принятое 12 декабря 2015 года по итогам 21-й конференции Рамочной конвенции об изменении климата (РКООНИК) в Париже (фрагмент)

Стороны настоящего Соглашения в свете различных национальных условий, **признавая** необходимость в эффективном и прогрессивном реагировании на срочную угрозу изменения климата на основе наилучших имеющихся научных знаний <...>

подчеркивая неразрывную связь действий по борьбе с изменением климата, мер реагирования на изменение климата и воздействий изменения климата со справедливым доступом к устойчивому развитию и ликвидацией нищеты, **признавая** основополагающий приоритет обеспечения продовольственной безопасности и ликвидации голода и особую уязвимость систем производства продовольствия к неблагоприятным последствиям изменения климата, **принимая во внимание** настоятельную необходимость справедливых изменений в области рабочей силы и создания достойных условий труда и качественных рабочих мест в соответствии с определяемыми на национальном уровне приоритетами развития, **признавая**, что изменение климата является общей озабоченностью человечества, Стороны должны при осуществлении действий в целях решения проблем, связанных с изменением климата, *уважать, поощрять и принимать во внимание* свои соответствующие обязательства в области право человека, право на здоровье, права коренных народов, местных общин, мигрантов, детей, инвалидов и лиц, находящихся в уязвимом положении, и право на развитие, а также гендерное равенство, расширение возможностей женщин и межпоколенческую справедливость, **признавая** важность сохранения и увеличения, в зависимости от обстоятельств, поглотителей и накопителей парниковых газов, упомянутых в Конвенции, **отмечая** важность обеспечения целостности всех экосистем, включая океаны, и защиты биоразнообразия, признаваемых некоторыми культурами как Мать-Земля, и **отмечая** важность для некоторых концепции «климатическая справедливость» при осуществлении действий по решению проблем, связанных с изменением климата, **подтверждая** важность просвещения, подготовки кадров, информирования общественности, участия общественности, доступа общественно-

сти к информации и сотрудничества на всех уровнях по вопросам, рассматриваемым в настоящем Соглашении, **признавая** важность взаимодействия всех уровней правительства и различных субъектов, согласно соответствующему национальному законодательству Сторон, в решении проблем, связанных с изменением климата, также **признавая**, что устойчивые жизненные уклады и устойчивые структуры потребления и производства, при ведущей роли Сторон, являющихся развитыми странами, играют важную роль в решении проблем, связанных с изменением климата, **договорились о следующем:**

Статья 1

Настоящая «Конвенция» означает Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций об изменении климата, принятую в Нью-Йорке 9 мая 1992 года.

Статья 2

1. Настоящее Соглашение, активизируя осуществление Конвенции, включая ее цель, направлено на укрепление глобального реагирования на угрозу изменения климата в контексте устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты, в том числе посредством:

а) удержания прироста глобальной средней температуры намного ниже 2 °С сверх доиндустриальных уровней и приложения усилий в целях ограничения роста температуры до 1,5 °С, признавая, что это значительно сократит риски и воздействия изменения климата;

б) повышения способности адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата и содействия сопротивляемости к изменению климата и развитию при низком уровне выбросов парниковых газов таким образом, который не ставит под угрозу производство продовольствия;

с) приведения финансовых потоков в соответствие с траекторией в направлении развития, характеризующегося низким уровнем выбросов и сопротивляемостью к изменению климата. <...>

Статья 4

1. Для достижения долгосрочной глобальной температурной цели, установленной в статье 2, Стороны стремятся как можно скорее достичь глобального пика выбросов парниковых газов, признавая, что достижение такого пика потребует более длительного времени у Сторон, являющихся развивающимися странами, а также

добиться впоследствии быстрых сокращений в соответствии с наилучшими имеющимися научными знаниями, в целях достижения сбалансированности между антропогенными выбросами из источников и абсорбцией поглотителями парниковых газов во второй половине этого века на основе справедливости и в контексте устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты.

2. Каждая Сторона подготавливает, сообщает и сохраняет последовательные определяемые на национальном уровне вклады, которых она намеревается достичь. Стороны принимают внутренние меры по предотвращению изменения климата для достижения целей таких вкладов. <...>

4. Стороны, являющиеся развитыми странами, продолжают выполнять ведущую роль путем установления целевых показателей абсолютного сокращения выбросов в масштабах всей экономики. Стороны, являющиеся развивающимися странами, должны продолжать активизировать свои усилия по предотвращению изменения климата, и к ним обращается призыв перейти со временем к целевым показателям ограничения или сокращения выбросов в масштабах всей экономики в свете различных национальных условий. <...>

Статья 5

1. Стороны должны предпринимать действия по охране и повышению качества, в соответствующих случаях, поглотителей и накопителей парниковых газов, включая леса.

2. К Сторонам обращается призыв предпринимать действия по осуществлению и поддержке сохранения лесов, устойчивого управления лесами и увеличения накоплений углерода в лесах; альтернативных политических подходов, таких как подходы, сочетающие предотвращение изменения климата и адаптацию в целях комплексного и устойчивого управления лесами...

Статья 6

1. Стороны признают, что некоторые Стороны используют добровольное сотрудничество при осуществлении своих определяемых на национальном уровне вкладов.

Настоящим Соглашением учреждается механизм для содействия сокращению выбросов парниковых газов и поддержки устойчивого развития под руководством и управлением Конференции Сторон, имеющий целью:

- а) содействие сокращению выбросов парниковых газов при поощрении устойчивого развития;
- б) стимулирование и поощрение участия государственных и частных субъектов, уполномоченных Стороной, в сокращении выбросов парниковых газов;
- с) содействие сокращению уровней выбросов в принимающей Стороне, которая будет получать выгоды от деятельности по предотвращению изменения климата, результатом которой являются сокращения выбросов, которые могут также использоваться другой Стороной для выполнения своего, определяемого на национальном уровне, вклада;
- д) обеспечение общего сокращения глобальных выбросов. <...>

Статья 7

1. Стороны настоящим учреждают глобальную цель по адаптации, заключающуюся в укреплении адаптационных возможностей, повышении сопротивляемости и снижении уязвимости к изменениям климата, в целях содействия устойчивому развитию и обеспечения адекватного адаптационного реагирования в контексте температурной цели, упомянутой в статье 2.

2. Стороны признают, что адаптация представляет собой глобальный вызов, стоящий перед всеми в местном, субнациональном, региональном и международном измерениях, и что она является ключевым компонентом долгосрочного глобального реагирования на изменение климата в целях защиты людей, средств к существованию и экосистем и вносит вклад в такое реагирование, принимая во внимание безотлагательные и срочные потребности тех Сторон, являющихся развивающимися странами, которые являются особенно уязвимыми к неблагоприятным последствиям изменения климата.

3. Усилия по адаптации Сторон, являющихся развивающимися странами, признаются в соответствии с условиями, которые будут приняты Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Парижского соглашения, на ее первой сессии.

4. Стороны признают, что существующая потребность в адаптации является значительной и что более высокие уровни предотвращения изменения климата могут снизить потребности в дополнительных усилиях по адаптации, а также что более значительные

потребности в адаптации могут быть сопряжены с более высокими расходами на адаптацию.

5. Стороны признают, что деятельность в области адаптации должна опираться на инициативу стран, учет гендерных аспектов, широкое участие и полностью транспарентный подход, принимая во внимание уязвимые группы, общины и экосистемы, и основываться на наилучших имеющихся научных знаниях и, в соответствующих случаях, на традиционных знаниях, знаниях коренных народов и системах местных знаний и руководствоваться ими в целях интеграции надлежащим образом действий по адаптации в соответствующие социально-экономические и природоохранные стратегии и действия.

6. Стороны признают важность поддержки усилий по адаптации и международного сотрудничества в этой области, а также важность учета потребностей Сторон, являющихся развивающимися странами, особенно тех, которые особо уязвимы к неблагоприятным последствиям изменения климата.

7. Стороны должны укреплять свое сотрудничество в целях активизации действий по адаптации, принимая во внимание Канкунские рамки для адаптации, в том числе в отношении:

- a) обмена информацией, эффективной практикой, опытом и извлеченными уроками, в том числе, в соответствующих случаях, в отношении науки, планирования, политики и осуществления в связи с действиями по адаптации;
- b) укрепления институциональных механизмов, в том числе согласно Конвенции, которые обслуживают настоящее Соглашение, для поддержки обобщения соответствующих информации и знаний и для предоставления Сторонам технической поддержки и руководящих указаний;
- c) углубления научных знаний о климате, включая исследования, систематическое наблюдение климатической системы и системы раннего предупреждения, таким образом, чтобы создать информационную основу для климатических услуг и оказывать поддержку процессу принятия решений;
- d) оказания содействия Сторонам, являющимся развивающимися странами, в выявлении эффективной адаптационной практики,

адаптационных потребностей, приоритетов, предоставленной и полученной поддержки для действий и усилий по адаптации, вызовов и пробелов таким образом, который согласуется с поощрением такой практики;

е) повышения эффективности и долговечности действий по адаптации. <...>

Статья 8

1. Стороны признают важность предупреждения, минимизации и решения вопросов потерь и ущерба, связанных с неблагоприятными воздействиями изменения климата, включая экстремальные погодные явления и медленно протекающие явления, а также роль устойчивого развития в снижении риска потерь и ущерба. <...>

4. Таким образом, области сотрудничества и содействия по углублению понимания, активизации действий и поддержки могут включать:

- а) системы раннего предупреждения;
- б) готовность к чрезвычайным ситуациям;
- с) медленно протекающие явления;
- д) явления, которые могут приводить к необратимым и перманентным потерям и ущербу;
- е) комплексную оценку и управление риском;
- ф) средства страхования риска, создание пулов климатических рисков и другие решения в области страхования;
- г) неэкономические потери;
- h) сопротивляемость общин, средств к существованию и экосистем.

5. Варшавский международный механизм сотрудничает с существующими органами и группами экспертов согласно Конвенции, а также соответствующими организациями и группами экспертов за пределами Соглашения.

Статья 9

1. Стороны, являющиеся развитыми странами, предоставляют финансовые ресурсы для оказания содействия Сторонам, являющимся развивающимися странами, в отношении как предотвращения изменения климата, так и адаптации в продолжение своих существующих обязательств по Конвенции.

2. К другим Сторонам обращается призыв предоставлять или продолжать предоставлять такую поддержку на добровольной основе.

3. В рамках глобальных усилий Стороны, являющиеся развитыми странами, должны и впредь играть ведущую роль в мобилизации финансовых средств для предотвращения изменения климата из широкого круга источников, инструментов и каналов, отмечая значительную роль государственных фондов, посредством различных действий, включая поддержку осуществляемых по инициативе стран стратегий, а также учитывая потребности и приоритеты Сторон, являющихся развивающимися странами. Такая мобилизация финансовых средств для борьбы с изменением климата должна представлять собой продвижение вперед сверх предыдущих усилий.

Статья 10

1. Стороны разделяют долгосрочное видение важности полной реализации разработки и передачи технологий в целях повышения сопротивляемости к изменению климата и сокращения выбросов парниковых газов.

2. Стороны укрепляют действия по сотрудничеству в области разработки и передачи технологий.

Бланк отчета по лабораторной работе 8
Международное сотрудничество в сфере биосферного климата

Таблица 8.1

Парниковые газы и их вклад в парниковый эффект

	Название парникового газа	Вклад парникового газа в парниковый эффект, %	Источники антропогенной эмиссии газов
1			
2			
3			
4			
Механизм образования парникового эффекта:			

Таблица 8.2

Парижское соглашение по климату от 12.12.2015

Цель Парижского соглашения по климату
Основные положения Парижского соглашения по климату
1.
2.
3.
4.
5.

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Лабораторная работа 9

Экология региона

Тема 3. Современная концепция устойчивого развития

Задание

Изучить основы региональной экологии, рассчитать индексы суммарной антропогенной нагрузки и экологической емкости, определить кластер выбранного региона согласно эколого-экономическому районированию.

Учебные вопросы

1. В чем заключается понятие региональной экологии?
2. В каких целях применяются эколого-информационные системы (ЭИС)?
3. Назовите основные показатели социально-экономического развития региона.
4. В чем состоит принцип эколого-экономического районирования территории Волжского бассейна?

Нормативные документы: Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).

Рекомендации по выполнению задания

1. Изучите теоретический материал и нормативные документы к лабораторной работе.
2. Выберите вариант задания из табл. 9.1.
3. Найдите суммарную антропогенную нагрузку – сумма А (на воду + на воздух). Результаты внесите в табл. 9.2.
4. Найдите суммарную экологическую емкость – сумма Э (водообеспеченность + лесистость). Результаты внесите в табл. 9.2.
5. Вычислите индексы соотношения антропогенной нагрузки и экологической емкости (G) по формуле $G = Э - А$. Результаты внесите в табл. 9.2.
6. Определите степень суммарной антропогенной нагрузки на территорию (минимальная – сумма А менее 3 баллов, максимальная – сумма А выше 9 баллов). Результаты внесите в табл. 9.2.

7. Определите уровень суммарной экологической емкости территорий (минимальная – сумма Θ ниже 4 баллов, максимальная – сумма Θ выше 9 баллов). Результаты внесите в табл. 9.2.
8. По индексу G сделайте вывод о соотношении антропогенной нагрузки и экологической емкости субъекта Волжского региона. Антропогенная нагрузка не превышает экологической емкости территории, если значение G более 0. Вывод запишите в табл. 9.2.
9. Согласно эколого-экономическому районированию территории Волжского бассейна определите кластер, к которому относится выбранный вами регион (смотрите теоретический материал и рис. 9.1). Вывод внесите в табл. 9.2.
10. Оформите отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями к оформлению лабораторных работ (отчет включает титульный лист (прил. 1), заполненную табл. 9.2 с выводом и ответы на учебные вопросы) и представьте на защиту преподавателю.

Теоретический материал

Регион (от лат. *regio* – область) – это территория (акватория), часто очень значительная по своим размерам, являющаяся, как правило, таксономической единицей в какой-либо системе территориального членения [15].

Под **региональной экологией** в фундаментальном плане следует понимать науку об отношении организмов или сообществ друг к другу и к пространственно распределенным *факторам среды* (физико-географическим, климатическим и иным особенностям региона) [4]. В самом общем плане такими факторами выступают меридиональные изменения климатических особенностей территории, связанные с широтой местности и удаленностью от океана: температурный и световой режимы, количество осадков, изменение наклона угла падения солнечных лучей, сезонная и суточная контрастность климата и т. п. Все это определяет характер и закономерности природной зональности и смены биомов [7].

Специфическими закономерностями региональной экологии следует считать особенности вертикального (меридионального) изменения экосистем, связанные с поясностью растительности. Региональная экология как раздел общей экологии имеет свой

объект исследования, свою концептуально-теоретическую базу и специальные методы исследования. Главный **объект** изучения — **экосистемы**, т. е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания, территориально составляющие регион.

Более широкое распространение получило социально-экономическое или технократическое понимание региональной экологии. В этом плане *региональную экологию можно определить как раздел прикладной экологии, изучающий антропогенные изменения среды обитания и биоты в пределах крупной географической территории, связанные со спецификой ее социально-экономического развития, определяющейся в первую очередь наличием, добычей и переработкой природных ресурсов* [4].

При региональном подходе к решению проблем первоочередным является выделение региона как некоего единства. Необходимо организация регионального координирующего органа с представительством основных составляющих инфраструктуры (законодательной, властной, контролирующей, научно-коммерческой и т. п.), подготовка концепции экологического развития региона с определением приоритетных направлений работ и их проведения по территориальному и «отраслевому» признакам.

Целью региональной экологии является разработка сценариев развития экологической обстановки при различных вариантах социально-экономического развития региона для принятия управленческих решений по оптимизации системы «человек — природа». Методически эта цель достигается общепринятым в экологии путем — созданием информационных баз данных, прогнозных моделей, информационно-моделирующих и экспертных систем [8; 10]. Методики ориентированы на системный анализ информации. База данных представляет собой совокупность данных, отражающую состояние объектов и их отношений в рассматриваемой предметной области [5]. Имеется в виду в первую очередь содержание экологической базы. Задачи, которые приходится решать в рамках региональных экологических проблем (в самом общем плане), могут быть условно отнесены к одному из следующих направлений:

- охрана природы;
- рациональное природопользование;
- экологическая экспертиза.

Эколого-информационная система (ЭИС). Для решения ряда экологических задач успешно применяется экспертная система REGION, разработанная в Институте экологии Волжского бассейна РАН [7; 9; 10; 11; 12; 13].

Эколого-информационная система оценки качества окружающей среды крупного региона (в том числе и бассейна крупной реки) предназначена для изучения пространственного распределения ее параметров, характеризующих состояние различных абиотических и биотических составляющих и степень воздействия на них хозяйственной деятельности человека (антропогенной нагрузки).

Краткая физико-географическая характеристика Волжского бассейна. Бассейн реки Волги занимает на Русской равнине площадь порядка 1,36 млн км² (62 % европейской части, 8 % всей площади Российской Федерации, почти 13 % территории всей Европы). Длина Волги от истока до устья – 3531 км. Территория бассейна Волги расположена в пределах Русской равнины между 45° и 62° северной широты и 61° и 30° восточной долготы. Протяженность территории с севера на юг составляет 2,5 тыс. км и с запада на восток – около 2,3 тыс. км.

Большая часть бассейна реки Волги находится в пределах Восточно-Европейской равнины. Вдоль Волги проходит один из крупнейших тектонических «швов» Русской платформы. Территория бассейна характеризуется чередованием низменных равнин и возвышенностей.

Волга пересекает с севера на юг несколько растительных зон: южно-таежную и хвойно-широколиственную подзоны таежной зоны, зоны широколиственных лесов, лесостепей, степей, полупустынь и пустынь.

В основном вся территория бассейна находится в умеренно-континентальной климатической зоне, находящейся большую часть года под влиянием западного переноса воздуха с Атлантического океана.

Речная сеть Волги объединяет около 151 тыс. рек, речек и ручьев. В пределах бассейна насчитывается более 10 тыс. озер с общей площадью зеркала воды 620 тыс. км². Самыми крупными водохранилищами всего бассейна являются Волгоградское, Куйбышевское, Кутулукское, Николаевское, Пугачевское, Саратовское, Северное, Сулакское.

Эколого-экономическое районирование территории Волжского бассейна. Одной из задач эколого-экономического районирования является выделение зон экологической конфликтности.

В соответствии с методикой оценки степени устойчивого развития выделено три достаточно контрастных кластера (группы, объединенные на основе схожести признаков) территорий [5]. На рис. 9.1 представлено обобщенное эколого-экономическое районирование территории Волжского бассейна.

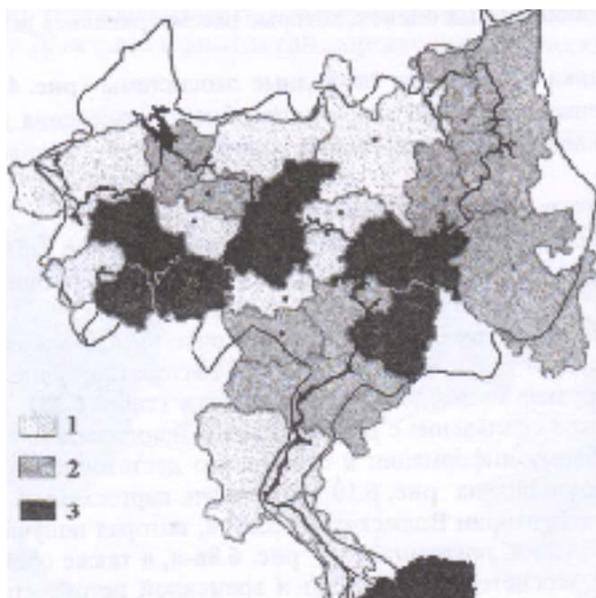


Рис. 9.1. Обобщенное районирование территории Волжского бассейна по данным 1991–2008 гг.: 1 – экономически и социально неудовлетворительные территории, но сравнительно благополучные по параметрам окружающей среды; 2 – «переходные» территории; 3 – экономически и социально более или менее благополучные и неудовлетворительные территории по качеству окружающей среды [5]

В кластер «Экономически и социально более или менее благополучный и неудовлетворительный по качеству окружающей среды» попали республики Башкортостан и Татарстан, а также Волгоградская, Ленинградская, Липецкая, Московская, Нижегородская, Пермская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тульская и Челябинская области.

В кластер «Экономически и социально неудовлетворительный, но сравнительно благополучный по параметрам окружающей среды» входят республики Марий Эл, Мордовия, Удмуртия и Чувашия; Астраханская, Брянская, Калужская, Кировская, Костромская, Курская, Орловская, Пензенская, Смоленская и Тверская области.

Кластер «Переходный» включает республики Калмыкию и Коми, Владимирскую, Волгоградскую, Ивановскую, Новгородскую, Оренбургскую, Саратовскую, Тамбовскую, Ульяновскую и Ярославскую области.

По результатам обобщенного многолетнего эколого-экономического районирования по данным 1991–2008 гг. (рис. 9.1) выделяются территории повышенной антропогенной нагрузки: Тульская, Московская, Самарская, Нижегородская, Рязанская области и Республика Татарстан. Заметно лучше (по состоянию окружающей среды) обстоят дела в Тверской, Кировской и Костромской областях, республиках Марий Эл, Мордовии и Чувашии.

Индексы антропогенной нагрузки и экологической емкости дают общее представление о соотношении относительной интенсивности хозяйственного воздействия регионов на окружающую природную среду.

Индексы антропогенной нагрузки показывают, во сколько раз плотность антропогенной нагрузки в отдельном регионе превышает допустимую для биосферы плотность. Под антропогенной нагрузкой понимается степень прямого или косвенного воздействия человека и его хозяйствования на окружающую природу или на ее отдельные экологические компоненты и элементы.

Экологическая емкость территории – уровень антропогенной нагрузки, который могут выдержать естественные экосистемы без необратимых нарушений выполняемых ими функций.

В данной практической работе определяется суммарная антропогенная нагрузка на воду и на воздух, а также экологическая емкость по показателям водообеспеченности и лесистости.

Практическая часть задания

Пример расчета

Вариант X. Республика XX.

Определяем сумму А антропогенной нагрузки: $1 + 4 = 5$.

Определяем сумму Э экологической емкости: $1 + 7 = 8$.

Определяем индекс G: $8 - 5 = 3$.

Вывод: в Республике XX уровень антропогенной нагрузки не превышает экологической емкости территории, так как индекс $G > 0$.

Определяем кластер: Республика XX относится к кластеру «Экономически и социально более или менее благополучный и неудовлетворительный по качеству окружающей среды».

Таблица 9.1

Индекс соотношения антропогенной нагрузки и экологической емкости (G) в 2000 г. [5]

№ варианта	Территории Волжского бассейна	Антропогенная нагрузка			Экологическая емкость			G = Э - А
		На воду	На воз- дух	Сум- ма А	Водоо- беспе- чен- ность	Леси- стость	Сумма Э	
1	Республика Башкор- тостан	1	4		1	7		
2	Республика Татарстан	1	4		9	3		
3	Нижегородская область	2	4		9	7		
4	Пермская область	2	3		1	8		

Окончание табл. 9.1

№ варианта	Территории Волжского бассейна	Антропогенная нагрузка			Экологическая емкость			G = Э - А
		На воду	На воз- дух	Сум- ма А	Водоо- беспе- чен- ность	Леси- стость	Сумма Э	
5	Московская область	10	8		2	5		
6	Рязанская область	2	5		2	4		
7	Тульская область	1	10		2	2		
8	Республика Мордовия	1	2		10	4		
9	Пензенская область	1	1		6	4		
10	Республика Чувашия	1	4		10	6		
11	Республика Марий Эл	1	1		10	9		
12	Саратовская область	1	2		9	1		
13	Волгоградская область	1	2		9	1		
14	Астраханская область	2	2		9	1		
15	Самарская область	2	7		9	2		
16	Удмуртская Республика	2	4		6	4		
17	Ульяновская область	1	3		7	6		
18	Костромская область	2	7		6	6		

Бланк отчета по лабораторной работе 9 Экология региона

Пример заполнения таблицы

Таблица 9.2

Индекс соотношения антропогенной нагрузки
и экологической емкости (G)

№ варианта	Территории Волжского бассейна	Антропогенная нагрузка		Экологическая емкость		$G = \Theta - A$
		Сумма А	Степень воздействия	Сумма Э	Уровень экологической емкости	
Х	Республика ХХ	5	Средняя	8	Менее максимального	3
Вывод	В республике ХХ уровень антропогенной нагрузки не превышает экологической емкости территории, так как индекс $G > 0$					
Кластер	Экономически и социально более или менее благополучный и неудовлетворительный по качеству окружающей среды					

Ответы на учебные вопросы

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Часть II. ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»

Виртуальная лабораторная работа 1 Исследование физических показателей качества воды

Тема 1. Основные положения классической экологии

Цель работы – провести обучающий физический эксперимент по анализу качества воды.

Задачи

1. Изучить нормативные документы по гигиеническим требованиям к качеству питьевой воды:

- ГОСТ Р 51232–98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества (ред. от 01.01.2021);
- ГОСТ 2761–84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора (ред. от 01.01.2021);
- СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания.

2. Оценить качество воды по показателям, полученным в результате исследования воды.

Теоретический материал

В связи с постоянно растущими потребностями промышленности и сельского хозяйства в пресной воде со всей остротой встает проблема сохранения существующих водных ресурсов. Ведь воды, пригодной для нужд человека, как показывает статистика, на земном шаре не так уж много. Известно, что более 70 % поверхности Земли покрыто водой. Около 95 % ее приходится на моря и океаны, 4 % – на льды Арктики и Антарктики, и лишь 1 % составляет пресная вода рек и озер. Значительные источники воды находятся под землей, иногда на большой глубине.

Нормативы качества воды различных источников – предельно допустимые концентрации (ПДК), ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ), предельно допустимый сброс (ПДС) – содержатся в нормативно-технической литературе, составляющей водно-санитарное законодательство. К ним, в частности, относятся ГОСТ Р 51232–98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» (ред. от 01.01.2021), ГОСТ 2761–84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» (ред. от 01.01.2021), СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и(или) безвредности для человека факторов среды обитания», а также различные перечни, нормы, ориентировочные уровни воздействия, санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами.

Порядок выполнения работы в виртуальной лаборатории

1. Оценить запах воды – кликнуть левой клавишей мыши на колбу с крышкой, записать результат.

2. Определить цветность воды – выделить колбу с крышкой, визуально сопоставить цвет воды с цветом эталонных образцов, записать номер соответствующего эталона.

3. Определить рН воды – щелкнуть мышью по колбе с крышкой, записать результат измерения.

4. Провести опыт по исследованию содержания хлоридов – нажать на колбу с крышкой, записать результат изменения цвета и осадка:

– опалесценция или слабая муть – содержание хлоридов 1–10 мг/л;

– сильная муть – содержание хлоридов 10–50 мг/л;

– образуются хлопья, осаждаются не сразу – содержание хлоридов 50–100 мг/л;

– белый объемный осадок – содержание хлоридов более 100 мг/л.

5. Провести опыт по исследованию содержания фосфатов – кликнуть на колбу с крышкой, записать результат изменения цвета и осадка:

- светло-голубой – содержание фосфатов 0,1–10 мг/л;
- голубой – содержание фосфатов 10–45 мг/л;
- синий – содержание фосфатов более 45 мг/л.

6. Результаты измерений внести в табл. 1.1(В) на бланке выполнения виртуальной лабораторной работы 1.

Структура отчета о проделанной работе

1. Титульный лист (прил. 2).
2. Цель и задачи работы.
3. Результаты исследования запаха воды.
4. Результаты исследования цветности воды.
5. Результаты исследования рН воды.
6. Результаты исследования содержания хлоридов.
7. Результаты исследования содержания фосфатов.
8. Выводы (в выводе необходимо дать оценку качества воды на основе сравнительного анализа показателей воды, полученных в опыте, и нормативных показателей. Нормативные показатели берутся из нормативных документов. Также следует указать полное название нормативных документов).
9. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как проводится исследование запаха воды?
2. Как проводится исследование цветности воды?
3. Как проводится исследование содержания хлоридов?
4. Как проводится исследование содержания фосфатов?
5. Как проводится исследование рН воды?
6. Что такое рН? Чем обусловлена кислотность или щелочность воды?
7. Что такое фосфаты?
8. Что такое качество воды?
9. Что такое хлориды?
10. Что такое ПДК? (Дать определение нормативу.)

Бланк выполнения виртуальной лабораторной работы 1 Исследование физических показателей качества воды

Цель и задачи работы:

Таблица 1.1(В)

Результаты исследования физических показателей
качества воды

Показатели качества воды				
Запах	Цветность	рН	Содержание хлоридов, мг/л	Содержание фосфатов, мг/л
Выводы				

Таблица 1.2(В)

Ответы на контрольные вопросы

	Вопросы	Ответы
1	Как проводится исследование запаха воды?	
2	Как проводится исследование цветности воды?	
3	Как проводится исследование содержания хлоридов?	
4	Как проводится исследование содержания фосфатов?	
5	Как проводится исследование рН воды?	
6	Что такое рН? Чем обусловлена кислотность или щелочность воды?	
7	Что такое фосфаты?	
8	Что такое качество воды?	
9	Что такое хлориды?	
10	Что такое ПДК? (Дать определение нормативу.)	

Виртуальная лабораторная работа 2

Определение актуальной и потенциальной кислотности почв

Тема 1. Основные положения классической экологии

Цель работы – провести обучающий физический эксперимент по определению актуальной и потенциальной (гидролитической и обменной) кислотности почв.

Задачи

1. Изучить нормативные документы:

- ГОСТ Р 58594–2019. Почвы. Метод определения обменной кислотности (ред. от 01.06.2021);
- ГОСТ 26212–2021. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО;
- ГОСТ 23740–2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ (ред. от 01.01.2021).

2. Изучить понятия актуальной, обменной и гидролитической кислотности почв.

3. Дать характеристику трем образцам почв на основе полученных значений рН.

Теоретический материал

Кислотность – способность почвы проявлять свойства кислот. Наличие ионов водорода (Н-ионов) в почвенном растворе, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе при неполной нейтрализации придает почве кислую реакцию. Для характеристики почвенной кислотности используется ряд показателей.

Актуальная кислотность – это рН почвенного раствора, на практике измеряется рН водной вытяжки при соотношении:

– почва : вода = 1 : 2,5 для минеральных почв;

– почва : вода = 1 : 25 для торфяных почв.

При рН = 7 реакция почвенного раствора нейтральная, ниже 7 – кислая, выше – щелочная. Подзолистые почвы лесной зоны имеют преимущественно кислую реакцию ($\text{pH}_{\text{водн}} = 4,5-5,5$), подзолы и верховые торфяники – сильнокислую ($\text{pH}_{\text{водн}} = 3,5-4,5$).

Потенциальная кислотность почвы – кислотность твердой части почвы. Ее выражают в мг-экв на 100 г сухой почвы. Параметры потенциальной кислотности учитывают также влияние катионов почвенного поглощающего комплекса (ППК), которые могут подкислять почвенный раствор (H^+ и Al^{3+}).

Обменная кислотность почвы вызывается обменными катионами водорода и алюминия, которые переходят в раствор из почвенного поглощающего комплекса при взаимодействии с нейтральными солями. В богатых перегноем горизонтах она обусловлена преимущественно H -ионами, в малогумусных минеральных – Al -ионами. Обменная кислотность подзолистых почв лесной зоны составляет рН (КС1) 3,5–5, или 0,5–6 мг-экв на 100 г сухой почвы, серых и бурых лесных – значительно ниже.

Гидролитическая кислотность – рН вытяжки раствором гидролитически щелочного ацетата натрия CH_3COONa (позволяет более полно вытеснить H^+ из ППК). Определяется H -ионами, переходящими в раствор при взаимодействии с почвой гидролитически щелочных солей, и включает менее подвижные H -ионы, не вытесняемые нейтральными солями. В подзолистых почвах гидролитическая кислотность составляет 1–10 мг-экв на 100 г сухой почвы. О величине гидролитической кислотности можно судить также по насыщенности почвы основаниями.

Повышенная кислотность почвы негативно сказывается на росте большинства культурных растений за счет уменьшения доступности ряда макро- и микроэлементов и, наоборот, увеличения растворимости токсичных соединений марганца, алюминия, железа, бора и др., а также ухудшения физических свойств. Для снижения кислотности прибегают к известкованию.

Подкисление почвы – изменение кислотно-основных свойств почвы, вызванное природным почвообразовательным процессом, поступлением загрязняющих веществ, внесением физиологически кислых удобрений и другими видами антропогенного воздействия.

Измерение рН почвы производится потенциометрически в надосадочной жидкости суспензии, приготовленной при соотношении: почва : вода = 1 : 2,5. Жидкостью служит либо вода – рН (H_2O), либо раствор соли – рН (КС1) и рН (CH_3COONa). Делается вытяжка из образца почвы водой или раствором соли.

Порядок выполнения работы в виртуальной лаборатории

1. Щелкнуть мышью на оконные жалюзи, чтобы отрегулировать свет; приблизиться к установке.
2. Щелкнуть левой клавишей мыши по инструменту для работы на весах — будет отмерена и взвешена порция грунта, щелкнуть еще раз — порция поместится на стол. Так последовательно взвесить 3 порции грунта. Записать точные показания весов.
3. Щелкнуть левой клавишей мыши по штативу, чтобы переместить его.
4. Переместить порции грунта в пробирки — выделить пробирки и соответствующие порции грунта.
5. Щелкнуть левой клавишей мыши по штативу, чтобы переместить его к мешалке.
6. Произвести перемешивание каждой пробирки, кликнув левой клавишей мыши.
7. Произвести измерение рН жидкости в каждой пробирке, кликнув левой клавишей. Измерение происходит быстро, автоматически все три пробирки проходят через рН-метр, результат надо успеть зафиксировать сразу.
8. Сформулировать выводы по проделанной работе согласно цели и поставленным задачам.
9. Внести результаты измерений в табл. 2.1(В) и оформить отчет на бланке выполнения виртуальной лабораторной работы 2 в соответствии со структурой отчета, приведенной ниже.

Структура отчета о проделанной работе

1. Титульный лист (прил. 2).
2. Цель и задачи работы.
3. Массы образцов грунта.
4. рН жидкости для каждого из образцов (определение актуальной кислотности — рН водной вытяжки (рН (H₂O)), определение обменной кислотности — рН солевой вытяжки (рН (KCl)), определение гидролитической кислотности — рН солевой вытяжки (рН (CH₃COONa)).

5. Выводы (в выводе необходимо указать измеренные в образцах почв значения трех типов кислотности (актуальной, обменной, гидролитической). Дать характеристику трем образцам почв на основе полученных значений рН. По возможности дать практические рекомендации по использованию почв на основе полученных значений рН).
6. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под почвенным поглощающим комплексом?
2. Объясните строение коллоидной мицеллы.
3. На какие группы подразделяются почвенные коллоиды по происхождению, знаку заряда и отношению к воде?
4. Что понимают под физико-химической поглотительной способностью почв?
5. Чем обусловлены кислотность и щелочность почв?
6. В чем разница между актуальной, обменной и гидролитической кислотностью почв?
7. Что понимают под буферной способностью почв? От чего она зависит?
8. С какой практической целью определяют актуальную, обменную и гидролитическую кислотность почвы?
9. Определите почвы по следующим значениям рН:
 < 4 – почва ...; 5,0 – почва ...; 6,0 – почва ...; 6,5 – почва ...;
 7,0 – почва ...; 7,5 – почва ...; 8,0 – почва ...; 9,3 – почва ...
10. Дайте определение почвы. Назовите ее основные характеристики.

Бланк выполнения виртуальной лабораторной работы 2 Определение актуальной и потенциальной кислотности почв

Цель и задачи работы:

Таблица 2.1(В)

Результаты определения кислотности почвы

№ образца	Вес образца грунта, г	pH
1		
2		
3		
Выводы		

Таблица 2.2(В)

Ответы на контрольные вопросы

	Вопросы	Ответы
1	Что понимают под почвенным поглощающим комплексом?	
2	Объясните строение коллоидной мицеллы.	
3	На какие группы подразделяются почвенные коллоиды по происхождению, знаку заряда и отношению к воде?	
4	Что понимают под физико-химической поглотительной способностью почв?	
5	Чем обусловлены кислотность и щелочность почв?	
6	В чем разница между актуальной, обменной и гидролитической кислотностью почв?	
7	Что понимают под буферной способностью почв? От чего она зависит?	
8	С какой практической целью определяют актуальную, обменную и гидролитическую кислотность почвы?	
9	Определите почвы по следующим значениям pH	pH < 4 – почва ...; pH = 5,0 – почва ...; pH = 6,0 – почва ...; pH = 6,5 – почва ...; pH = 7,0 – почва ...; pH = 7,5 – почва ...; pH = 8,0 – почва ...; pH = 9,3 – почва ...
10	Дайте определение почвы. Назовите ее основные характеристики.	

Виртуальная лабораторная работа 3

Методы очистки воды

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Цель работы – провести обучающий физический эксперимент по определению эффективности очистки воды.

Задачи

1. Изучить методы очистки воды и типы фильтров.
2. Определить эффективность очистки воды по солесодержанию.

Теоретический материал

Питьевая вода является основным естественным продуктом, который необходим организму в процессе жизнедеятельности. Наличие в воде посторонних примесей различного происхождения вызывает нарушение работы органов и систем организма. Регулярное потребление некачественной воды приводит к хроническим заболеваниям печени, нарушениям обменных процессов, кожным заболеваниям и др. Опасны растворенные в воде соли тяжелых металлов, которые плохо выводятся из организма и, накапливаясь в живых тканях, оказывают длительное токсическое воздействие. Органические вещества усиливают окислительные процессы и при определенных концентрациях могут вызывать отравление организма.

Методы очистки, рассматриваемые в данной работе, основаны:

- на использовании активированного углеродного материала;
- контактной очистке с ионообменными материалами;
- разделении растворенных солей и чистой воды на мембранах с применением обратного осмоса.

Исследования качества питьевой воды по концентрации солей твердых растворенных в ней веществ до и после очистки можно производить при помощи карманного измерителя TDS (прибор для определения в бытовых условиях количества растворенных примесей в воде, ее загрязненности). При замере уровня жесткости воды с помощью прибора производится измерение ppm – концентрации

солей в одном миллионе частиц воды. Соле содержание воды определяется по следующим показателям:

- от 0 до 50 ppm – идеальная вода для питья;
- от 50 до 170 ppm – удовлетворительное состояние воды (после очистки фильтром);
- от 170 до 300 ppm – неочищенная водопроводная вода;
- от 300 до 400 ppm – жесткая, неочищенная вода из источника или природного водоема;
- от 400 до 500 ppm и выше – постоянное употребление воды опасно для здоровья.

Порядок выполнения работы в виртуальной лаборатории

1. Открыть краны на фильтрах и наполнить стаканы.
2. Поместить прибор в каждый из стаканов и произвести измерение ppm.
3. Поместить прибор в бак с водой и произвести измерение ppm.
4. Записать результаты измерений и рассчитать эффективность очистки для каждого вида фильтров.
5. Сформулировать выводы по проделанной работе согласно цели и поставленным задачам.
6. Оформить отчет на бланке выполнения виртуальной лабораторной работы 3 в соответствии со структурой отчета.

Структура отчета о проделанной работе

1. Титульный лист (прил. 2).
2. Цель и задачи работы.
3. Значение соле содержания воды в баке.
4. Значение соле содержания воды в стаканах 1, 2, 3.
5. Выводы о соле содержании воды (в выводе на основании полученных значений соле содержания в воде необходимо указать, какой фильтр наиболее эффективно очищает воду).
6. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как проводится очистка воды?
2. Какие методы очистки воды существуют?
3. Назовите типы фильтров.
4. Что такое угольный фильтр? Объясните принцип его работы.
5. Что такое обратный осмос? Объясните принцип его работы.
6. Что такое солесодержание?
7. Что такое ионообменный фильтр? Объясните принцип его работы.
8. Назовите приоритетные загрязнители воды.
9. Что такое жесткость воды?
10. Что означает 500 ppm?

Бланк выполнения виртуальной лабораторной работы 3 Методы очистки воды

Цель и задачи работы:

Таблица 3.1(В)

Определение качества воды по солесодержанию

Образец воды	Солесодержание, ppm	Выводы о качестве воды

Таблица 3.2(В)

Ответы на контрольные вопросы

	Вопросы	Ответы
1	Как проводится очистка воды?	
2	Какие методы очистки воды существуют?	
3	Назовите типы фильтров.	
4	Что такое угольный фильтр? Объясните принцип его работы.	
5	Что такое обратный осмос? Объясните принцип его работы.	
6	Что такое солесодержание?	
7	Что такое ионообменный фильтр? Объясните принцип его работы.	
8	Назовите приоритетные загрязнители воды.	
9	Что такое жесткость воды?	
10	Что означает 500 ppm?	

Виртуальная лабораторная работа 4

Определение органического вещества в биомассе растений и почве

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Цель работы – провести обучающий физический эксперимент по определению органического вещества в биомассе растений и почве.

Задачи

1. Изучить ГОСТ 26213–2021 «Почвы. Методы определения органического вещества».
2. Изучить понятие органического вещества почвы.
3. Определить качество почвы по массе органического вещества.

Теоретический материал

Органическое вещество образуется и накапливается в почвенном покрове Земли неравномерно.

Наибольшее его количество образуют тропические леса (70 % запасов углерода), меньше – северные леса, и наименьшее количество – тундры и пустыни. В лесных экосистемах наибольшее количество органических веществ накапливается в древесине (от 90 до 99 % от сухой массы дерева), меньше – в листьях и коре. В почве в виде гумуса содержится от 1 до 15 % органического вещества.

Метод определения органического вещества в различных частях дерева заключается в сухом сжигании образца в муфельной печи, определении в нем золы и органической части (органическая часть рассчитывается в процентах к сухому образцу).

При сжигании растительного материала и почвы углерод, азот и водород улетучиваются в виде углекислого газа, воды и окислов азота. Оставшийся нелетучий остаток (зола) содержит элементы, называемые зольными. Разница между массой всего сухого образца и зольным остатком составляет массу органического вещества.

Сухие и измельченные образцы древесины, коры, листьев, а также почвы (3–6 г и более), отобранные методом средней пробы, взвешиваются до 0,01 г на кальке. Их помещают в прокаленные и взве-

шенные фарфоровые тигли или испарительные чашки (диаметром 5–7 см). Тигли ставят в муфельную печь при температуре 400–450 °С и сжигают пробу в течение 20–25 мин. до того состояния, когда зола станет серо-белой. При более высокой температуре прокаливания могут быть существенные потери серы, фосфора, калия и натрия.

Возможны следующие варианты цвета золы: красно-бурый (при большом содержании в образце окислов железа), зеленоватый (при содержании марганца), серо-белый.

После того как сжигание будет окончено, тигли охлаждают и взвешивают.

Порядок выполнения работы в виртуальной лаборатории

1. Щелкнуть левой клавишей мыши по пустому тиглю для переноса его на весы и взвешивания.
2. Приблизить табло весов и записать показания.
3. Щелкнуть левой клавишей мыши по контейнеру с почвой, чтобы поместить исследуемую почву в тигель.
4. Записать показания весов.
5. Щелкнуть левой клавишей мыши по тиглю с почвой, чтобы перенести его в печь.
6. Щелкнуть левой клавишей мыши по дверце печи в момент, когда она подкрашена зеленым цветом, для ее закрытия. Начнется процесс сжигания, следите за комментариями внизу экрана.
7. Щелкнуть левой клавишей мыши по дверце печи для открытия и по тиглю для переноса его на весы.
8. Взвесить тигель с золой, записать результат.

Массовую долю зольности определяют по формуле

$$A = \frac{(m - m_1)}{m_2} \cdot 100,$$

где A – масса органического вещества, %; m – масса тигля с зольным остатком, г; m_1 – масса пустого тигля, г; m_2 – масса сухой почвы, г.

9. Сформулировать выводы по проделанной работе согласно цели и поставленным задачам.
10. Оформить отчет на бланке выполнения виртуальной лабораторной работы 4 в соответствии со структурой отчета.

Структура отчета о проделанной работе

1. Титульный лист (прил. 2).
2. Цель и задачи работы.
3. Результаты взвешивания образцов почв до сжигания и после.
4. Расчет массы органического вещества в почве (%).
5. Выводы (дать характеристику почвы на основе полученного значения органического вещества).
6. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Как проводится исследование?
2. Какие варианты цвета золы возможны?
3. Что означает красно-бурый цвет золы?
4. Что означает зеленый цвет золы?
5. Что такое органическое вещество? Объясните значение и состав органического вещества почвы.
6. Назовите основное свойство почвы. Дайте понятие основному свойству почвы.
7. Что происходит при сжигании почвы? Что такое зольные элементы? С какой целью производят сжигание почвы?
8. Что такое качество почвы?
9. С какой целью определяют содержание органического вещества в почве? Что такое гумус?
10. Что такое гранулометрический состав почвы?

Бланк выполнения виртуальной лабораторной работы 4
Определение органического вещества в биомассе
растений и почве

Цель и задачи работы:

Таблица 4.1(В)

Результаты определения органического вещества в почве

№ об-разца	Масса пустого тигля, г	Масса тигля с зольным остатком, г	Масса сухой почвы, г	Масса органического вещества, %
Выводы				

Таблица 4.2(В)

Ответы на контрольные вопросы

	Вопросы	Ответы
1	Как проводится исследование?	
2	Какие варианты цвета золы возможны?	
3	Что означает красно-бурый цвет золы?	
4	Что означает зеленый цвет золы?	
5	Что такое органическое вещество? Объясните значение и состав органического вещества почвы.	
6	Назовите основное свойство почвы. Дайте понятие основному свойству почвы.	
7	Что происходит при сжигании почвы? Что такое зольные элементы? С какой целью производят сжигание почвы?	
8	Что такое качество почвы?	
9	С какой целью определяют содержание органического вещества в почве? Что такое гумус?	
10	Что такое гранулометрический состав почвы?	

Виртуальная лабораторная работа 5

Определение токсичности на инфузориях

Тема 2. Влияние современной антропогенной деятельности на биосферу

Цель работы – провести обучающий физический эксперимент по определению токсичности на инфузориях.

Задачи

1. Изучить нормативные документы по биотестированию:
 - ПНД ФТ 16.2:2.2.2–98. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер» (ред. 2015);
 - ГОСТ Р 57166–2016. Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg (ред. от 01.01.2021).
2. Освоить методику определения степени токсичности воды по хемотаксической реакции инфузорий.
3. Дать оценку качества воды на основании полученных результатов по степени токсичности.

Теоретический материал

Инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*, подцарство *Protozoa*, класс *Ciliophora*) – вид высокоорганизованных простейших, которые сочетают в себе свойства отдельной клетки и целостного организма и относятся к наиболее широко распространенным обитателям континентальных пресноводных бассейнов. Сравнительный анализ биотестов различных трофических уровней показывает, что инфузории по своей чувствительности к токсикантам занимают лидирующее положение, а получаемые с их помощью оценки токсичности имеют тесную корреляционную связь с оценками, получаемыми с использованием в качестве тест-объектов многоклеточных организмов.

В 1987 г. была предложена методика экспресс-оценки степени токсического загрязнения водных проб с помощью прибора «Биотестер». В 1998 г. ПНД ФТ 16.2:2.2.2–98 «Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер»

(ред. 2015) была внесена в государственный реестр методик количественного химического анализа.

Для целей государственного экологического контроля допущена методика определения токсичности воды по хемотаксической реакции инфузорий (ГОСТ Р 57166–2016 «Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg» (ред. от 01.01.2021)).

Параметры поведенческой реакции инфузорий определяются с помощью приборов серии «Биотестер». Метод определения токсичности водных вытяжек почв и донных осадков основан на способности тест-объектов реагировать на присутствие в водных вытяжках веществ, представляющих опасность для их деятельности, и направленно перемещаться по градиенту концентраций (в направлении изменения концентрации) этих веществ (хемотаксическая реакция), избегая их вредного воздействия.

Критерием токсического действия является значимое различие в числе клеток инфузорий, наблюдаемых в верхней зоне кюветы *в пробе, не содержащей токсических веществ (контроль), по сравнению с этим показателем, наблюдаемым в исследуемой пробе (опыт)*.

Количественная оценка параметра тест-реакции, характеризующего токсическое действие, производится путем расчета *соотношения числа клеток инфузорий, наблюдаемых в контрольной и исследуемых пробах*, и выражается в виде безразмерной величины индекса токсичности.

Измерительная система – прибор «Биотестер» – измеряет величину хемотаксической реакции по количеству клеток инфузорий-туфелек, переместившихся по градиенту концентрации в зону измерения.

Особенность данной измерительной системы состоит в том, что прибор измеряет только подвижные объекты, дает возможность измерить концентрацию клеток, которые практически невидимы для других оптических средств измерения.

Реакцию хемотаксиса проводят в фотометрических кюветах. Причем в контроле на взвесь микроорганизмов наслаивают среду Лозина-Лозинского (Л-Л) или любую заведомо нетоксичную воду, в опыте – анализируемые пробы.

В контроле практически все парameции поднимаются в верхнюю зону кюветы (отрицательный геотаксис, положительный аэротаксис). В опыте количество вышедших наверх (в анализируемую пробу) клеток зависит от токсичности пробы. Измеряют концентрацию клеток в верхних зонах контрольной и опытной кюветы. Величину тест-реакции определяют по разности показаний прибора I для контроля (I_k) и опыта ($I_{оп}$) в условных единицах.

После выполнения всех необходимых операций рассчитывается величина индекса токсичности (T) по формуле $(I_k - I_{оп})/I_k$. Для того чтобы условные единицы были более привычными, после подсчета токсичности коэффициент умножается на 100 %. Соответственно по степени загрязнения (T): допустимая степень токсичности ($0 < T < 25 \%$); умеренная степень токсичности ($26 < T < 70 \%$); высокая степень токсичности ($T > 71 \%$).

Порядок выполнения работы в виртуальной лаборатории

1. Щелкнуть мышью на оконные жалюзи, чтобы отрегулировать свет, приблизиться к установке.
2. Щелкнуть левой клавишей мыши по микропипетке. В кювету последовательно нальется жидкость с инфузориями, барьерная жидкость и образцы для исследования; повторить для всех четырех кювет (в последней – без образца).
3. Щелкнуть левой клавишей мыши по кювете, чтобы поместить ее в «Биотестер», и зафиксировать показания прибора. Так повторить для всех кювет.
4. Рассчитать величину индекса токсичности.
5. Сделать вывод о степени токсичности образцов.
6. Сформулировать выводы о проделанной работе согласно цели и поставленным задачам.
7. Оформить отчет на бланке выполнения виртуальной лабораторной работы 5 в соответствии со структурой отчета.

Структура отчета о проделанной работе

1. Титульный лист (прил. 2).
2. Цель и задачи работы.
3. Показания приборов для каждой пробы.
4. Величина индекса токсичности для каждой пробы.
5. Вывод о степени токсичности образцов.
6. Письменные ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность метода?
2. Дайте определение индексу токсичности.
3. Что такое токсичность?
4. Объясните принцип работы прибора «Биотестер».
5. В каких случаях применяют методику определения степени токсичности воды по хемотоксической реакции инфузорий?

Бланк выполнения виртуальной лабораторной работы 5 Определение токсичности на инфузориях

Цель и задачи работы:

Таблица 5.1(В)

Результаты определения

№ про- бы	Показания прибора I , усл. ед.		Коэффициент токсичности, %	Вывод о степени токсичности образцов
	I_k	$I_{оп}$		
1				
2				
3				
4				

Таблица 5.2(В)

Ответы на контрольные вопросы

	Вопросы	Ответы
1	В чем заключается сущность метода?	
2	Дайте определение индексу токсичности.	
3	Что такое токсичность?	
4	Объясните принцип работы прибора «Биотестер».	
5	В каких случаях применяют методику определения степени токсичности воды по хемотаксической реакции инфузорий?	

ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

1. Понятие об окружающей среде.
2. Экологический кризис, экологическая катастрофа.
3. Концепция природопользования РФ.
4. Управление природными ресурсами.
5. Законодательство в области охраны окружающей среды.
6. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.
7. Понятие о круговороте вещества в биосфере.
8. Экологические проблемы городов.
9. Основные природоохранные международные и российские стандарты.
10. Роль градостроительного проектирования в решении экологических противоречий народного хозяйства.
11. Основные подходы при решении задач урбоэкологии.
12. Что такое демографическая и экологическая емкость территории?
13. Классификация экологических факторов.
14. Назовите основные источники городского шума.
15. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха в городах.
16. Современные аппараты и методы очистки воздуха.
17. Источники загрязнения водоемов, классификация загрязнений.
18. Процессы самоочищения водоемов.
19. Методы и способы очистки сточных вод.
20. Охрана почв. Градостроительные проблемы в вопросах охраны почв.
21. Охрана растительных ресурсов.
22. Принципы экологического мониторинга.

23. Основные компоненты экосистемы.
24. Понятие об экологических факторах.
25. Озоновый слой. Последствия изменения озонового слоя.
26. Санитарно-защитная зона (СЗЗ). Нормативы, определяющие размер СЗЗ.
27. Административная ответственность за экологические нарушения.
28. Концепция безотходного производства.
29. Новейшие технологии переработки твердых бытовых отходов.
30. Виды контроля в сфере обращения с отходами.
31. Международные объекты охраны окружающей природной среды.
32. Парниковый эффект: механизм образования, последствия.
33. Кислотные дожди: механизм образования, последствия.
34. Система экологического контроля в Российской Федерации.
35. Понятие и виды экологической экспертизы.
36. Что изучает экология?
37. Демографический взрыв: причины, последствия. Стадии демографического перехода.
38. Что такое сокращение биологического разнообразия?
39. Что такое загрязнение? Виды загрязнения.
40. Назовите загрязняющие вещества атмосферы.
41. Назовите основные законы экологии.
42. Что такое биотический круговорот?
43. Принципы функционирования экосистем.
44. Что такое популяция? Какие характеристики популяции вы знаете?
45. Что такое трофическая цепь и экологические пирамиды?
46. Назовите типы планетарного вещества.

47. Что такое биосфера? Суть концепции биосферы В.И. Вернадского.
48. Расскажите о понятии «ноосфера».
49. Что такое почва? Назовите основные загрязнители почвы.
50. Назовите основные источники загрязнения природных вод.
51. Понятие рационального природопользования.
52. Что такое природные ресурсы? Классификация природных ресурсов.
53. Что такое особо охраняемые природные территории (ООПТ)?
Какие существуют категории ООПТ?
54. Альтернативные источники энергии.
55. Понятие «генофонд».
56. Красные книги.
57. Основные положения международного Саммита по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.).
58. Назовите международные организации по охране окружающей среды.
59. Система экологического менеджмента.
60. Что такое экологический мониторинг? Цель, задачи, виды мониторинга.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Валова (Копылова), В. Д. Экология : учебник / В. Д. Валова (Копылова), О. М. Зверев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дашков и К, 2018. – 376 с. – (Учебные издания для бакалавров). – URL: znanium.com/read?id=358133 (дата обращения: 20.09.2021). – ISBN 978-5-394-02674-4.
2. Ерофеева, В. В. Экология : учеб. пособие / В. В. Ерофеева, В. В. Глебов, С. Л. Яблочников. – Саратов : Вузовское образование, 2020. – 148 с. – (Высшее образование). – URL: www.iprbookshop.ru/90201.html (дата обращения: 20.09.2021). – ISBN 978-5-4487-0662-2.
3. Еськов, Е. К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия : учеб. пособие / Е. К. Еськов. – 2-е изд. – Саратов : Вузовское образование, 2019. – 472 с. – URL: www.iprbookshop.ru/79833.html (дата обращения: 20.09.2021). – ISBN 978-5-4487-0350-8.
4. Ильиных, И. А. Общая экология: задания для практических работ : практикум / И. А. Ильиных. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 100 с. – URL: www.iprbookshop.ru/94925.html (дата обращения: 20.09.2021). – ISBN 978-5-4497-0533-4.
5. Маринченко, А. В. Экология : учебник / А. В. Маринченко. – 8-е изд., стер. – Москва : Дашков и К, 2020. – 303, [1] с. – (Учебные издания для бакалавров). – URL: znanium.com/catalog/document?id=358220 (дата обращения: 20.09.2021). – ISBN 978-5-394-03589-0.
6. Степанова, Н. Е. Основы экологии : учеб. пособие для самостоят. работы / Н. Е. Степанова. – Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2019. – 87 с. – URL: e.lanbook.com/book/119938 (дата обращения: 20.09.2021).
7. Степановских, А. С. Общая экология : учебник для студентов вузов / А. С. Степановских. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 348 с. – URL: www.iprbookshop.ru/71031.html (дата обращения: 21.09.2021). – ISBN 5-238-00854-6.

8. Стадницкий, Г. В. Экология : учебник / Г. В. Стадницкий. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. – 294, [1] с. – URL: www.iprbookshop.ru/67359.html (дата обращения: 21.09.2021). – ISBN 078-5-93808-350-1.
9. Разумов, В. А. Экология : учеб. пособие / В. А. Разумов. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 294, [1] с. – (Высшее образование – Бакалавриат). – URL: znanium.com/catalog/document?id=305309 (дата обращения: 21.09.2021). – ISBN 978-5-16-104975-4.
10. Петров, К. М. Общая экология : взаимодействие общества и природы : учеб. пособие / К. М. Петров. – Изд. 3-е, испр. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2016. – 350, [1] с. – URL: www.iprbookshop.ru/49797.html (дата обращения: 21.09.2021). – ISBN 978-5-9388-274-8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2011 год / Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области. – Самара : [б. и.], 2012. – 343 с.
2. Биогеохимические основы экологического нормирования / В. Н. Башкин, Е. В. Евстафьева, В. В. Снакин [и др.]. – Москва : Наука, 1993. – 304 с. – ISBN 5-02-003735-4.
3. Бусыгин, А. Г. Десмоэкология, или Теория образования для устойчивого развития. Книга 1 / А. Г. Бусыгин. – [2-е изд., испр. и доп.]. – Ульяновск : Симбирская книга, 2003. – 199 с., [4] цв. ил. – ISBN 5-8426-0001-3.
4. Розенберг, Г. С. Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования / Г. С. Розенберг, Г. П. Краснощеков. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 1996. – 249 с.
5. Розенберг, Г. С. Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию / Г. С. Розенберг. – Тольятти : Кассандра [и др.], 2009. – 476 с. – ISBN 978-5-91687-026-8.
6. Розенберг, А. Г. Оценка и прогнозные сценарии изменений экосистемных услуг для достижения устойчивого развития Самарской области : специальность 03.02.08 «Экология (биология)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / А. Г. Розенберг ; Институт экологии Волжского бассейна РАН. – Тольятти, 2016. – 163 с.
7. Розенберг, Г. С. К построению системы концепций современной экологии // Журнал общей биологии. – 1991. – Т. 52, № 3. – С. 422–440.
8. Розенберг, Г. С. Узловые вопросы современной экологии : учеб. пособие / Г. С. Розенберг, Д. П. Мозговой. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 1992. – 139 с.
9. Костина, Н. В. REGION: экспертная система состояния и управления биоресурсами / Н. В. Костина. – Тольятти [и др.] : ИЭВБ РАН [и др.], 2005. – 132 с. – ISBN 5934541915.

10. Региональные экологические информационно-моделирующие системы / [Ю. М. Полищук, В. А. Силич, В. А. Татарников [и др.]. — Новосибирск : Наука [и др.], 1993. — 129, [3] с. — ISBN 5-02-030295-3.
11. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. В 2 книгах. Книга 1 / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. — Москва : Наука, 2005. — 280, [1] с. — ISBN 5-02-033648-3.
12. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. В 2 книгах. Книга 2 / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. — Москва : Наука, 2005. — 336, [1] с. — ISBN 5-02-033649-1.
13. Экологические проблемы Среднего и Нижнего Поволжья на рубеже тысячелетий : Стратегия контроля и управления : аналитический доклад для Ассоциации «Большая Волга» / Г. С. Розенберг, В. Б. Голуб, И. А. Евланов [и др.]. — Тольятти : ИЭВБ РАН, 2000. — 48 с.
14. Дзюбан, А. Н. Микробиологические процессы в донных отложениях Рыбинского водохранилища и озера Плещеево как факторы формирования качества водной среды / А. Н. Дзюбан, Д. Б. Косолапов, И. А. Кузнецова // Гидробиологический журнал. — 2005. — Т. 41, № 4. — С. 82–88.
15. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва [и др.] : Большая Российская энциклопедия [и др.], 1997. — 1434, [18] с. — ISBN 5-85270-160-2. — ISBN 5-7711-0004-8.

Законодательно-нормативные документы

16. Российская Федерация. Законы. Водный кодекс Российской Федерации : в редакции от 30 декабря 2021 года : принят Государственной думой 12 апреля 2006 года : одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: <http://pravo.gov.ru/> (дата обращения: 25.03.2022).
17. ГОСТ Р 51232–98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : принят и введен

- в действие Постановлением Госстандарта России от 17 декабря 1998 г. № 449 : введен впервые : дата введения 1999–07–01 / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 343 «Качество воды». — Москва : Издательство стандартов, 1999. — III, 18 с.
18. ГОСТ Р 58594–2019. Почвы. Метод определения обменной кислотности : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2019 г. № 953-ст : введен впервые : дата введения 2020–01–01 / разработан «ВНИИ агрохимии». — Москва : Стандартинформ, 2019. — II [1], 4 с.
19. ГОСТ 26212–2021. Почвы. Определение гидrolитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 июля 2021 года № 59) : взамен ГОСТ 26212-91 : дата введения 2022-08-01 / разработан ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». — Москва : Российский институт стандартизации, 2021. — II, 9 с.
20. ГОСТ 26213–2021. Почвы. Методы определения органического вещества : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 июля 2021 года № 59) : взамен ГОСТ 26213-91 : дата введения 2022-08-01 / разработан ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». — Москва : Российский институт стандартизации, 2021. — III, 8 с.
21. ГОСТ Р 57166–2016. Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2016 г. № 953-ст : введен впервые : дата введения 2018–01–01 / разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии совместно с ООО «Протектор». — Москва : Стандартинформ, 2019. — III, 23 [1] с.

22. ГОСТ 23740–2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2016 г. № 2096-ст : взамен ГОСТ 23740–79 : дата введения 2017–07–01 / разработан ООО «Геологический центр СПбГУ». – Москва : Стандартинформ, 2019. – II, 9 с.
23. Российская Федерация. Законы. О недрах : Закон от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 : (в редакции Федерального закона от 3 марта 1995 г. № 27-ФЗ) : (с изменениями на 11 июня 2021 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: docs.cntd.ru/document/9003403 (дата обращения: 20.09.2021).
24. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации : (с изменениями на 30 декабря 2021 года) : принят Государственной Думой 28 сентября 2001 года : одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: docs.cntd.ru/document/744100004 (дата обращения: 25.03.2022).
25. Конституция Российской Федерации : в новейшей действующей редакции 2021. – Москва : Эксмо, 2021. – 92, [3] с. – (Актуальное законодательство). – ISBN 978-5-04-121521-7.
26. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе : утверждены приказом Минприроды России от 06 июня 2017 г. № 273 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: docs.cntd.ru/document/456074826 (дата обращения: 20.09.2021).
27. Парижское соглашение : от 12 декабря 2015 года // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201911060026?index=29&rangeSize=1 (дата обращения: 20.09.2021).
28. ПНД ФТ 16.2:2.2.2–98. Методика определения токсичности проб почв, донных отложений и осадков сточных вод экспресс-методом с применением прибора серии «Биотестер» : (редакция 2015 года) // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293758/4293758202.htm (дата обращения: 20.09.2021).

29. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата : принята 9 мая 1992 года // Организация Объединенных Наций : [сайт]. — URL: [://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml) (дата обращения: 20.09.2021).
30. ГОСТ 2761–84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Гос. комитетом СССР по стандартам (постановление от 27.11.1984 № 4013) : взамен ГОСТ 17.1.3.03–77 : дата введения 1986-01-01 / разработан Министерством здравоохранения СССР. — Москва : Изд-во стандартов, 2001. — 12 с.
31. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : санитарные правила и нормы : утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2: дата введения 2021–03–01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 20.09.2021).
32. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383–03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов: санитарно-эпидемиологические правила и нормативы : (с изменениями на 19 декабря 2021 года) : утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 9 июня 2003 года № 135 : дата введения 2003-06-30 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов / АО «Кодекс». — URL: docs.cntd.ru/document/901865556 (дата обращения: 28.01.2022).
33. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды : Федеральный закон № 7-ФЗ : (с изменениями на 30 декабря 2021 года) : принят Государственной Думой 20 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: docs.cntd.ru/document/901808297 (дата обращения: 25.03.2022).

34. Российская Федерация. Законы. Об охране атмосферного воздуха : Федеральный закон № 96-ФЗ : (с изменениями на 11 июня 2021 года) : принят Государственной Думой 2 апреля 1999 года : одобрен Советом Федерации 22 апреля 1999 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: docs.cntd.ru/document/901732276 (дата обращения: 20.09.2021).
35. Российская Федерация. Законы. Об отходах производства и потребления : Федеральный закон № 89-ФЗ : (с изменениями на 30 декабря 2021 года) : принят Государственной Думой 22 мая 1998 года : одобрен Советом Федерации 10 июня 1998 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: docs.cntd.ru/document/901711591 (дата обращения: 25.03.2022).
36. Российская Федерация. Законы. Об особо охраняемых природных территориях : Федеральный закон № 33-ФЗ : (с изменениями на 11 июня 2021 года) : принят Государственной Думой 15 февраля 1995 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: docs.cntd.ru/document/9010833 (дата обращения: 20.09.2021).
37. Российская Федерация. Законы. О животном мире : Федеральный закон № 52-ФЗ : (с изменениями на 11 июня 2021 года) : принят Государственной Думой 22 марта 1995 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: docs.cntd.ru/document/9011346 (дата обращения: 20.09.2021).

Образец титульного листа лабораторной работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

(институт)

(департамент)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ____

по учебному курсу «_____»

Вариант ____ (при наличии)

Студент

(И.О. Фамилия)

Группа

Преподаватель

(И.О. Фамилия)

Тольятти 20__

Образец титульного листа виртуальной лабораторной работы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

(институт)

(департамент)

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ____

по учебному курсу «_____»

Вариант ____ *(при наличии)*

Студент

(И.О. Фамилия)

Группа

Преподаватель

(И.О. Фамилия)

Тольятти 20__