

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

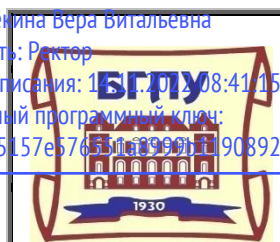
ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 16.04.2021 08:41:15

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e5765b1a899b1190892af539894204203361bf573a454e57789



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

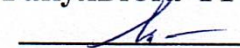
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет»**

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ

**Декан естественно-географического
Факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

 **И.А. Трофимцова**
«28» апреля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**Направление подготовки
05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Профиль
«ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

**Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 7 от «14» апреля 2021 г.)**

Благовещенск 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)	7
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	8
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ(САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	79
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ.....	94
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	95
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	95
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	95
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	97

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: формирование компетенций бакалавров-экологов в области защиты природной среды при комплексном освоении природных ресурсов.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Инженерная экология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)»: Б1.В.27.

Дисциплина базируется на предварительном освоении фундаментальных естественнонаучных (география, геология, биология, общая экология, ландшафтоведение, геоэкология, почвоведение, экология человека и др.), социально-экономических (основы природопользования, экономика природопользования) дисциплин и правовых основ природопользования и охраны природы (экологическое право).

Научное содержание курса - теоретический анализ антропогенного воздействия на окружающую среду на основе термодинамики, кинетики, тепломассопереноса и химии биологических процессов. Научная задача – разработка принципов оптимального природопользования с применением современных методов снижения загрязнения окружающей среды.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-6:

- **ПК-6.** Способен планировать, вести и документировать природоохранную деятельность организации, в том числе охрану природных объектов, под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой являются:

- ПК-6.1. Владеет знаниями теоретических основ ресурсоведения, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду, техногенных систем и экологического риска, инженерной экологии, агроэкологии; понимает особенности технологий основных производств региона.

- ПК-6.2. Применяет нормативную техническую и правовую документацию по вопросам производственного экологического контроля и охраны природных объектов.

- ПК-6.3. Использует прикладные компьютерные программы для выполнения расчетов.

- ПК-6.4. Оформляет отчетную документацию в соответствии с установленными требованиями.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- знать:

- важнейшие законы и понятия инженерной экологии;
- виды и механизм воздействия важнейших физических факторов (шума, электромагнитных полей и излучений) на окружающую среду и здоровье человека и средства защиты от них;

- механизмы антропогенных воздействий на окружающую среду;
- основы нормирования качества окружающей среды;
- основные методы и оборудование для очистки отходящих газов (газовых выбросов), для очистки сточных вод и утилизации отходов;

- специфику воздействий загрязняющих веществ на здоровье человека;
- основные направления экологической деятельности предприятия;
- основные принципы и направления создания малоотходных и безотходных технологий в различных отраслях промышленности;

- основы организации производственного экологического контроля на предприятии;

- уметь:

- охарактеризовать воздействие различных отраслей промышленного производства на компоненты окружающей среды и здоровье человека;

- оценивать экологические последствия загрязнения окружающей среды;
- давать рекомендации по охране окружающей среды с учётом специфики производства на предприятиях различных отраслей промышленности;
- обосновывать выбор технических средств охраны окружающей среды;
- контролировать экологическое соответствие различных планов и проектов;
- оценивать состояние окружающей среды в условиях антропогенного воздействия и предлагать меры по снижению данного воздействия;

- владеть:

- общекультурными и профессиональными качествами инженера-эколога, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности;
- приемами оценки последствий неразумного вмешательства человека в существующее в природе равновесие;
- методами инженерной экологии;
- знаниями об использовании ресурсосберегающих и малоотходных технологий; навыками работы с нормативно-технической документацией;
- практическими навыками анализа и оценки изменений состояния компонентов окружающей среды в результате антропогенного воздействия.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Инженерная экология» составляет 3 единицы (далее – ЗЕ) (108 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 8
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	64	64
Лекции	24	24
Лабораторные работы	40	40
Самостоятельная работа	44	44
Вид итогового контроля:		зачет

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план (очная форма обучения)

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
Раздел 1. Место инженерной экологии в системе знаний о человеке и природе		100	20	40	40
1	Введение	13	2	6	5
1.1	Предмет инженерной экологии	3	2	-	1
1.2	Организационно правовые основы инженерной экологии	3	-	2	1
1.3	Расчет предотвращенного экологического ущерба от проведения природоохранного мероприятия	3	-	2	1
1.4	Расчет экономической и экологической целесообразности внедрения природоохранных мероприятий и эффективности инвестиций	4	-	2	2
2	Антропогенное воздействие на атмосферу	42	4	18	20

2.1	Антропогенное воздействие на атмосферу	3	2	-	1
2.2	Очистка выбросов в атмосферу	3	2	-	1
2.3	Учет уровня загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов	4	-	2	2
2.4	Расчет предельно допустимых выбросов и минимальной высоты источника выбросов предприятия	4	-	2	2
2.5	Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий	4	-	2	2
2.6	Определение категории экологической опасности предприятия по выбросам в атмосферу	4	-	2	2
2.7	Оценка загрязнения атмосферного воздуха города	4	-	2	2
2.8	Определение категории экологической опасности предприятия по выбросам в атмосферу	4	-	2	2
2.9	Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	4	-	2	2
2.10	Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников	4	-	2	2
2.11	Расчет экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленным предприятием	4	-	2	2
3	Антропогенное воздействие на гидросферу	12	2	6	4
3.1	Антропогенное воздействие на гидросферу	3	2	-	1
3.2	Интегральная и комплексная оценка качества воды	3	-	2	1
3.3	Расчет необходимой степени очистки сточных вод	3	-	2	1
3.4	Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем	3	-	2	1
4	Антропогенное воздействие на литосферу	12	2	6	4
4.1	Антропогенное воздействие на литосферу	3	2	-	1
4.2	Гигиеническая оценка почв населенных пунктов	3	-	2	1
4.3	Расчет платы за размещение отходов	3	-	2	1
4.4	Определение класса опасности отходов	3	-	2	1
5	Шум (звук) и вибрации в окружающей среде	6	2	2	2
5.1	Шум (звук) и вибрации в окружающей среде	1,5	1	-	0,5
5.2	Действие шума на человека и окружающую среду. Нормирование шума	1,5	1	-	0,5
5.3	Оценка акустического загрязнения городской территории	3	-	2	1

6	Электричество и окружающая среда	3	2	-	1
6.1	Природное и статическое электричество	1,5	1	-	0,5
6.2	Защита от воздействия электричества	1,5	1	-	0,5
7	Лазерная техника в инженерной экологии	3	2	-	1
7.1	Действие лазерного излучения на организм человека	1,5	1	-	0,5
7.2	Меры и средства защиты от лазерного излучения	1,5	1	-	0,5
8	Основы радиационной безопасности	6	2	2	2
8.1	Общие сведения об ионизирующих излучениях	1,5	1	-	0,5
8.2	Защита населения от ионизирующих излучений	1,5	1	-	0,5
8.3	Оценка радиоактивного загрязнения окружающей среды	3	-	2	1
9	Горение и взрыв в окружающей среде	3	2	-	1
9.1	Горение и взрыв в окружающей среде	1,5	1	-	0,5
9.2	Установление категорий пожароопасных помещений	1,5	1	-	0,5
Раздел 2. Мониторинг и защита окружающей среды		8	4	-	4
1	Экологическая экспертиза	4	2	-	2
1.1	Экологическая экспертиза	2	1	-	1
1.2	Порядок проведения Государственной экологической экспертизы	2	1	-	1
2	Экологический аудит	2	1	-	1
2.1	Экологический аудит	1	0,5	-	0,5
2.2	Правовая и нормативная база экологического аудита	1	0,5	-	0,5
3	Экологическая сертификация	2	1	-	1
3.1	Цели и задачи сертификации	1	0,5	-	0,5
3.2	Порядок проведения сертификации	1	0,5	-	0,5
ИТОГО		108	24	40	44

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Количество часов
1	Окружающая среда как система	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма «Силы природы»	2
2	Очистка сточных вод	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма «Шестой океан»	2
3	Антропогенное воздействие на гидросферу	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма «Что течет из крана»	2
4	Природа и характеристика опасностей в техносфере	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма «Две или Три вещи, которые неплохо было бы знать о Ней» Н. Макаров, 2010	2
5	Лазерная техника в инженерной экологии	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильма «Лазеры: история изобретения»	2
6	Антропогенное воздей-	ЛК	Просмотр и обсуждение видео-	2

	ствие на литосферу		фильма «Мусор»	
7	Основы радиационной безопасности	ЛК	Просмотр и обсуждение видео-фильма «Могильник РАО»	2
	ИТОГО			14

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

Раздел 1. «Место инженерной экологии в системе знаний о человеке и природе»

Введение

Предмет инженерной экологии. Место инженерной экологии в системе знания о человеке и природе. Основные понятия. Организационно-правовые основы инженерной экологии.

Антропогенное воздействие на атмосферу

Структура и состав атмосферы. Классификация загрязнителей атмосферы. Источники загрязнения атмосферы. Последствия загрязнения атмосферы. Управление качеством атмосферного воздуха. Рассеивание токсичных выбросов в атмосфере. Санитарно защитные зоны. Санитарногигиенические показатели загрязнения атмосферы. Комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха. Раздельное нормирование загрязняющих веществ в воздухе. Ограничение выбросов.

Антропогенное воздействие на гидросферу

Запасы воды. Самоочищение в гидросфере. Основные источники загрязнения гидросферы. Оценка качества водной среды. Обеспечение качества водных объектов. Регламентация поступления загрязняющих веществ в водные объекты

Антропогенное воздействие на литосферу

Строение состав и свойства литосферы. Нормирование загрязняющих веществ в почве. Радиоактивное загрязнение почв и загрязнение тяжелыми металлами. Дegradация почв. Рекультивация земель.

Шум (звук) и вибрации в окружающей среде

Основные понятия. Распространение шума (звука). Действие шума на человека и окружающую среду. Методы оценки и измерения шумового загрязнения. Источники шума и их шумовые характеристики. Общие методы снижения воздействия шума на окружающую среду. Влияние вибрации на человека и на окружающую среду. Причины и источники вибрации. Нормирование шума.

Электричество и окружающая среда

Электрический ток и человек. Природное и статическое электричество. Защита от воздействия электричества.

Воздействие электромагнитных излучений. Основные понятия термины. Электромагнитные поля промышленной частоты. Электромагнитные поля ВЧ и СВЧ диапазонов. Защитные средства.

Лазерная техника в инженерной экологии

Лазерное излучение и особенности его распространения. Краткая характеристика различных типов лазеров. Применение лазеров. Действие лазерного излучения на организм человека. Классификация лазерных установок по степени опасности. Побочные опасные и вредные производственные факторы. Нормирование лазерного излучения. Средства контроля уровня лазерного излучения. Меры и средства защиты от лазерного излучения. Лазеры в химическом анализе. Лазерное зондирование параметров атмосферы. Мониторинг окружающей среды с использованием лазеров.

Основы радиационной безопасности

Общие сведения об ионизирующих излучениях. Строение и свойства атомов. Радиоактивность. Дозиметрические величины и их единицы. Фоновое облучение человека. Радиационные эффекты облучения людей. Нормирование радиационного облучения. Ме-

тоды и средства контроля радиационной обстановки. Прогнозирование радиационной обстановки при ядерных катастрофах. Защита населения от ионизирующих излучений.

Горение и взрыв в окружающей среде

Экологическая опасность лесных пожаров и технологических производств, связанных с горением. Критерии крупных пожаров и их последствий. Антропогенные факторы пожаров и взрывов. Пожароопасные свойства веществ и материалов. Установление категории производств по пожарной и взрывной опасности. Классы взрывоопасных зон в соответствии с ПУЭ. Установление категорий пожароопасных помещений. Средства и способы огнетушения. Особенности прогнозирования пожарной обстановки в населенных пунктах.

Раздел 2. «Мониторинг и защита окружающей среды»

Экологический мониторинг

Роль мониторинга окружающей среды в современных условиях. Мониторинг атмосферного воздуха. Мониторинг гидросферы. Мониторинг урбанизированных территорий.

Система экологического мониторинга. Создание системы экологического мониторинга. Повышение эффективности системы экологического мониторинга. Информационное обеспечение систем экологического мониторинга. Место информационного обеспечения в системе экологического мониторинга. Особенности организации данных в ГИС. Основные функциональные возможности ГИС. Структура ГИС единого экологического мониторинга региона.

Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза. Нормативно-правовое обеспечение экологической экспертизы. Экологическое обоснование предпроектной и проектной документации. Порядок проведения Государственной экологической экспертизы. Принципы Государственной экологической экспертизы. Стратегическая экологическая оценка. Общественная экологическая экспертиза. Государственный контроль за исполнением требований ГЭЭ.

Экологический аудит. Экологическая сертификация

Экологический аудит. Правовая и нормативная база экологического аудита. Задачи и объекты экологического аудита. Цели и задачи сертификации. Порядок проведения сертификации. Экологическая сертификация.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины инженерной экологии. Одним из направлений экологических знаний является экология человека, приобретающая в современном мире социальную и экономическую значимость. С экологией человека тесно связана инженерная экология, решающая задачи создания инженерных методов исследования и защиты окружающей природной среды.

Рабочая программа дисциплины составлена в строгом соответствии с учебным планом по специальности и образовательным стандартом.

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных материалов, освещение главнейших проблем. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои за-

писи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторных занятий, при подготовке к зачету, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Раздел «Практикум по дисциплине» содержит планы лабораторных работ с указанием тем лабораторных работ. При подготовке к лабораторной работе студентам необходимо изучить содержание рекомендованных к выполнению лабораторных работ, в тетради для лабораторных работ описать содержание работы в следующем порядке: тема лабораторной работы, цель, ход выполнения работы, произвести необходимые расчеты, сделать выводы.

Самостоятельная работа в первую очередь включает изучение основных разделов дисциплины и проработку контрольных заданий. Следует изучать их последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины. Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ: – работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию; – опережающую самостоятельную работу; – изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку; – подготовку к мероприятиям текущего контроля; – подготовку к промежуточной аттестации (зачету). Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий на сессии. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе выполнения лабораторных работ. Используется тестовый контроль, обобщающие контрольные работы.

Обязательным условием допуска студента к зачету является выполнение им практикума, представление отчета и полного перечня расчетных домашних задач. Кроме того, студент должен решить две контрольные работы. Особое место в овладении данным курсом отводится самостоятельной работе студентов, которая заключается в изучении дополнительной литературы: журнальные статьи, монографии.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Раздел 1. «Место инженерной экологии в системе знаний о человеке и природе»	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Подготовка конспекта Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	40
2.	Раздел 2. «Мониторинг и защита окружающей среды»	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Подготовка конспекта	4
Итого			44

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных работ по дисциплине «Инженерная экология»

1. Организационно правовые основы инженерной экологии
2. Расчет предотвращенного экологического ущерба от проведения природоохранного мероприятия

3. Расчет экономической и экологической целесообразности внедрения природо-охранных мероприятий и эффективности инвестиций
4. Учет уровня загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов
5. Расчет предельно допустимых выбросов и минимальной высоты источника выбросов предприятия
6. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий
7. Определение категории экологической опасности предприятия по выбросам в атмосферу.
8. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников
9. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников
10. Расчет экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленным предприятием
11. Оценка загрязнения атмосферного воздуха города
12. Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов
13. Интегральная и комплексная оценка качества воды
14. Расчет необходимой степени очистки сточных вод
15. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем
16. Гигиеническая оценка почв населенных пунктов
17. Определение класса опасности отходов
18. Расчет платы за размещение отходов
19. Оценка акустического загрязнения городской территории
20. Оценка радиоактивного загрязнения окружающей среды

1 Организационно правовые основы инженерной экологии

Проблема гармонизации взаимодействия человека с окружающей средой является комплексной, требующей для своего: техническом, организационном, административном, экономическом, социальном. решения усилий в различных направлениях: техническом, организационном, административном, экономическом, социальном. Правовая база решения этой комплексной проблемы должна опираться на строгие юридические нормы.

Из числа действующих нормативных правовых актов в этой области следует прежде всего выделить Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» — комплексный нормативный акт, ориентированный на складывающиеся в нашей стране рыночные отношения и предусматривающий решение следующих задач:

- охрана окружающей природной среды, а через нее охрана здоровья человека;
- предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности;
- оздоровление окружающей среды путем улучшения ее качества.

Ведущим принципом данного Закона является научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов. В соответствии с Законом нормативы качества окружающей природной среды должны устанавливать научно обоснованную меру сочетания экологии и экономики. Создание стройной системы нормативов вредного воздействия на окружающую природную среду через критерии качества — одно из достоинств Закона.

Работоспособность данной системы нормативов поддерживается тремя факторами:

- соответствием современному уровню развития науки и техники и международным стандартам;
- утверждением специально уполномоченными органами государства;
- обязательностью данных нормативов для всех хозяйствующих субъектов и ответ-

ственно предприятий, организаций и граждан за их исполнение.

Чтобы обеспечить выполнение нормативов качества окружающей природной среды, Закон формулирует экологические требования, которые он предъявляет ко всем хозяйственным структурам. Они адресуются предприятиям, организациям, учреждениям независимо от форм собственности и подчиненности, а также гражданам.

Закон предъявляет экологические требования к экономике на трех уровнях:

- к хозяйствующим субъектам;
- стадиям хозяйственного процесса (планирование, проектирование, размещение, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатация объектов);
- видам хозяйственного воздействия (сельское хозяйство, мелиорация, энергетика, строительство городов и т.д.).

Здесь проявляется сочетание общеэкологических требований к экономике независимо от профиля предприятия с особенностями воздействия каждого из них.

Центральной темой настоящего Закона является человек, охрана его жизни и здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей среды, вызванного экономикой. В Законе человек представлен не только как субъект активной преобразовательной деятельности, но и как объект воздействия отрицательных последствий его хозяйственной работы. В Законе выделен особый раздел, где характеризуется право граждан на здоровую, благоприятную среду.

Механизм реализации Закона сочетает в себе экономические методы хозяйствования с административно-правовыми мерами обеспечения качества окружающей природной среды.

Экономический механизм охраны окружающей среды должен обеспечить высокий экономический интерес природопользователя в экологии. Возможны разные пути достижения этой цели. Один из них заключается в создании прямых экономических стимулов в охране окружающей природной среды: финансирование, кредитование, налоговые льготы при внедрении экологически чистых технологий. Другие оказывают влияние на экономический интерес через изъятие части денежного дохода в качестве платы за пользование ресурсами, а также в качестве налога за экологически вредную продукцию или выпускаемую с применением экологически опасных технологий.

Наиболее существенным показателем экономического стимулирования, предусмотренным в Законе, является плата за пользование природными ресурсами. Различаются два вида платежей, которые зависят от двух видов пользования: за изъятие, т.е. за потребление природного вещества; за сброс, выброс, размещение отходов производства в природной среде. Платежи за пользование направляются в местные бюджеты для расходования на нужды охраны и воспроизводства соответствующих видов природных ресурсов. Платежи за выбросы, сбросы и размещение отходов перечисляются загрязнителем в экологические фонды. Закон подробно регулирует режим государственных экологических фондов, порядок их образования и расходования средств.

Система экономического стимулирования дополняется в Законе мерами административно-правового воздействия:

- экологической экспертизой;
- экологическим контролем;
- ответственностью за экологические правонарушения.

Государственная экологическая экспертиза является обязательным актом, предшествующим принятию хозяйственного решения. Экологический контроль представлен в двух формах — системой мониторинга окружающей среды и государственным контролем. Система экологического законодательства Российской Федерации состоит из двух подсистем: природоохранительного и природо-ресурсового законодательства.

Природоохранительное законодательство, к которому относится и Закон «Об охране окружающей природной среды», является многоуровневым. По горизонтали он подразделяется на законы, указы, постановления правительства, нормативные акты мини-

стерств и ведомств; по вертикали — на федеральные нормативные акты, нормативные акты республик в составе РФ, областей, краев, автономных образований.

Природоресурсовое законодательство дополняется такими документами, как Земельный кодекс Российской Федерации, Закон Российской Федерации «О недрах», Лесной кодекс Российской Федерации, Водный кодекс Российской Федерации и т.д.

Структура системы государственного управления в области экологии и природопользования России представлена на рис. 1.5.

Юридические нормы, направленные на обеспечение качества внутрипроизводственной окружающей среды, закреплены в ряде законодательных актов. Основопологающий — «Основы законодательства Российской Федерации об охране труда» — устанавливает гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда и обеспечивает единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях, организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности.

Они направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней; другими словами, на обеспечение экологической безопасности. Законодательство Российской Федерации об охране труда состоит из соответствующих норм Конституции Российской Федерации, «Основ законодательства Российской Федерации об охране труда» и издаваемых в соответствии с ними законодательных и иных нормативных актов РФ и республик в составе РФ. Действие законодательства распространяются на: предприятия, учреждения и организации всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности; работодателей; работников, состоящих с работодателями в трудовых отношениях;

работников кооперативов; студентов учреждений высшего и среднего образования, проходящих производственную практику.

Основными направлениями государственной политики по обеспечению безопасности жизнедеятельности являются:

- признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятий;
- координация деятельности в области охраны труда и охраны окружающей природной среды;
- установление единых нормативных требований по охране труда для предприятий всех форм собственности;
- государственное управление деятельностью в области охраны труда, включая государственный надзор и контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных актов об охране труда;
- проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание здоровых и безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных техники и технологий, средств коллективной и индивидуальной защиты работников;
- подготовка специалистов соответствующей квалификации, в том числе в учреждениях высшего и среднего профессионального образования;
- международное сотрудничество при решении проблем охраны труда и экологической безопасности.

Государство в лице органов законодательной и исполнительной власти с учетом консультаций с объединениями работодателей, профессиональными союзами и иными уполномоченными работниками представительными органами разрабатывает, осуществляет и периодически пересматривает согласованную политику в области обеспечения безопасных условий труда и жизнедеятельности населения.

Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

- на рабочее место, защищенное от воздействия вредных, опасных и особо опасных антропогенных производственных факторов;

- возмещение вреда, причиненного ему увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением трудовых обязанностей;
- получение достоверной информации от работодателя или государственных и общественных органов о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте; о существующем риске ухудшения здоровья, о принятых мерах по его защите от воздействия антропогенных факторов;
- участие в проверке и рассмотрении вопросов, связанных с улучшением условий и охраны труда и др.

Вместе с этим каждый работник должен:

- соблюдать нормы, правила и инструкции по охране труда;
- правильно применять коллективные и индивидуальные средства защиты;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любом несчастном случае, происшедшем на производстве, о признаках профессионального заболевания, а также о ситуациях, которые создают угрозу жизни и здоровью людей.

Государственное управление охраной труда осуществляет государственный орган, функции и полномочия которого в области охраны труда определяются Президентом Российской Федерации или по его поручению Правительством Российской Федерации. Нормы и правила, утвержденные этим государственным органом, обязательны для исполнения на территории РФ всеми министерствами и ведомствами, предприятиями всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Должностные лица государственного органа управления охраной труда имеют право беспрепятственного посещения предприятий всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности и доступа к необходимой информации.

С целью оперативного управления и контроля в системе обеспечения безопасности жизнедеятельности наряду со службами по охране окружающей среды на предприятиях создаются службы охраны труда или привлекаются специалисты по охране на договорной основе.

Для организации сотрудничества по охране труда работодателей и работников на предприятиях с численностью работников более 10 человек создается совместный комитет (комиссия) по охране труда, в который на паритетной основе входят представители работодателей, профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов.

Ответственность за состояние условий и охраны труда на предприятии возлагается на работодателя.

Экономический механизм обеспечения безопасности жизнедеятельности включает в себя следующее.

- Планирование и финансирование мероприятий по охране труда. Финансирование охраны труда осуществляется за счет ассигнований, выделяемых отдельной строкой в республиканском бюджете РФ. Формируются фонды охраны труда на федеральном, территориальном уровнях, а также фонды охраны труда предприятий.

- Обеспечение экономической заинтересованности работодателя во внедрении более совершенных средств охраны труда.

Например, прибыль предприятий, полученная за счет создания новых, более безопасных технологий и средств производства, а также за счет выпуска и реализации средств и приборов контроля производственной окружающей среды, может подлежать льготному налогообложению в соответствии с налоговым законодательством РФ.

- Обеспечение экономической ответственности работодателя за опасные и вредные условия труда на предприятии, за выпуск и сбыт средств производства, не отвечающих требованиям по охране труда, а также за вред, причиненный работникам увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением ими трудовых обязанностей.

• Предоставление работникам компенсаций и льгот за тяжелые работы и работы при вредных или опасных условиях труда, не устранимых при современном техническом уровне производства и организации труда.

Необходимо отметить, что в большинстве случаев не представляется возможным провести разграничение между задачами, решаемыми службой по охране труда и службой по охране окружающей среды. Поэтому тесное взаимодействие специалистов этих служб или объединение их усилий, направленных на создание безопасных, в том числе и в экологическом отношении, условий жизнедеятельности человека, отвечают задачам инженерной экологии.

Задание. Сравнить Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ прежний закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 г. в виде таблицы

Общее	Отличие

2. Расчет предотвращенного экологического ущерба от проведения природоохранного мероприятия.

На величину ущерба, наносимого окружающей среде, влияют:

- количество и класс опасности выделяющихся вредных веществ;
- технические характеристики источников выбросов;
- природно-климатическая характеристика местности, на которую оседает основная часть ЗВ;
- плотность заселения местности;
- наличие с/х угодий и курортных зон.

Экологический ущерб (Y_1) от загрязнения атмосферы, наносимый промышленным предприятием, определяется по формуле:

$$Y_{1ij} = \gamma \cdot \delta \cdot f_{ji} \cdot M_{ji}'' , (1)$$

где Y_{1ij} – экономическая оценка экологического ущерба, от загрязнения атмосферы j-тым источником выбросов по i-му вредному веществу, руб/год;

γ – показатель удельного ущерба атмосферному воздуху, наносимого выбросом единицы приведенной массы ЗВ на конец отчетного периода времени для конкретного экономического района РФ, руб/усл.т. (62,8).

δ – коэффициент относительной опасности загрязнения атмосферы над конкретной территорией зависит от типа загрязняемой территории. Для территории промышленных предприятий и промышленных узлов $\delta=4$;

f_{ji} – коэффициент рассеивания и загрязнения атмосферы, зависящий от агрегатного состояния i-го вредного вещества, высоты j-го источника. С достаточной степенью точности, значения коэффициента f_{ji} можно определить по приложению 1.

M_{ji}'' – приведенная масса годового выброса i-го вредного вещества j-ым источником, усл. т/год, определяется по формуле:

$$M_{ji}'' = M_{ji}' \cdot A_i , (2)$$

где M_{ji}' – масса годового выброса i-го вредного вещества, т/год;

A_i – показатель относительной агрессивности i-го вредного вещества, усл. т/т.

Определяется по приложению 2. Значение A_i для веществ, не указанных в приложении 2 с достаточной степенью точности, можно определить из выражения

$$A_i = 1/PДК_{cci} (3)$$

Расчет удобно производить по таблице 4 (приложение 3).

Если уровень загрязнения превышал ПДК_{мр} и предложены к внедрению мероприятия по сокращению выбросов, то следует определить **предотвращенный экологический ущерб (П)**, руб/год:

$$\Pi = Y_1 - Y_2, (4)$$

где Y_1 и Y_2 – экологический ущерб от загрязнения атмосферы соответственно до и после проведения природоохранных мероприятий.

Предотвращенный ущерб является экономическим эффектом, характеризующим результат природоохранной деятельности предприятий, и представляет собой сумму предотвращенных убытков и потерь благодаря несостоявшемуся загрязнению окружающей среды.

Чем выше эффективность средозащитных мероприятий, тем выше предотвращенный экономический ущерб.

Расчет Y_2 производится аналогично расчету Y_1 , в этом случае вместо M_{ji}' в формулу (2) подставляется ПДВ_{ij}. При расчете Y_2 заполняется таблица 5 (приложение 3).

Задание. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, уловленные на пылегазоочистных установках промышленного предприятия за отчетный год, представлены в таблице 1. Высота источника выброса составляет 40 м, температура отходящих газов на выходе 200 °С. По требованию инспекторов государственной экологической комиссии (ГЭК) принято решение об установке в котельной циклона с целью достижения нормативов ПДВ по твердым частицам. Для остальных источников выбросов (согласно ОНД-86), нормативы ПДВ установлены на уровне фактических выбросов. Рассчитать предотвращенный экологический ущерб от проведения природоохранного мероприятия.

Таблица 1 – Суммарные выбросы ЗВ в атмосферу

Источник	Загрязняющее вещество	Количество ЗВ, отходящих от источников, т/год	Нормы ПДВ, т/год
Котельная	Твердые частицы	298,356	29,8356
	SO ₂	67,68	67,68
	CO	175,40	175,40
	NO _x	1985,28	1985,28
Сварочный участок	Сварочный аэрозоль	$5,52 \cdot 10^{-3}$	$5,52 \cdot 10^{-3}$
	MnO ₂	$6,35 \cdot 10^{-4}$	$6,35 \cdot 10^{-4}$
Токарно-мех цех	Абразивная пыль	0,038	0,038
Аккумуляторное отделение	H ₂ SO ₄	$1,82 \cdot 10^{-3}$	$1,82 \cdot 10^{-3}$

Приложение 1

Таблица 2 – Значение коэффициента f

Разность температур $\Delta T = T_{\text{г}} - T_{\text{н}}$	Высота источника выброса, м		
	до 10	10 - 20	20 - 50
0	0,91/3,78	0,83/3,54	0,67/3,02
25	0,88/3,69	0,79/3,40	0,60/2,81
50	0,86/3,61	0,75/3,27	0,55/2,64
75	0,83/3,54	0,71/3,16	0,50/2,50
100	0,81/3,46	0,68/3,06	0,46/2,38
125	0,79/3,39	0,65/2,97	0,43/2,27
150 и выше	0,77/3,33	0,63/2,89	0,40/2,18

Примечание: 1) В числителе данные для газообразных веществ, в знаменателе - для твердых; 2) Для вентиляционных выбросов значение $\Delta T = 0$.

Приложение 2

Таблица 3 – Значение величины A_i для некоторых веществ, выбрасываемых в атмосферу

Вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³	ПДК _{рз} , мг/м ³	A_i , усл.т/т
Оксид углерода	1	20	1
Сернистый ангидрид	0,05	10	22
Сероводород	0,008	10	54,8
Серная кислота	0,1	1	49
Оксиды азота в пере-			41,1

счете на диоксид азота	0,085	2	
Аммиак	0,04	20	10,4
Пары бензина и других углеводородов	1,5	100	1,26
Ацетон	0,35	200	2,22
Ацетальдегид	0,01	5	310
Пары плавиковой кислоты и других газообразных соединений фтора	0,005	0,05	980
Хлор молекулярный	0,03	1	89,4
Двуокись кремния	0,05	1	83,2
Сажа без примесей	0,05	4	41,5
Древесная пыль	0,15	6	19,6
Пятиокись ванадия (пыль)	0,002	0,5	1225
Марганец и его оксиды	0,001	0,01	10000
Неорганические соединения ртути	0,0003		22400
Сварочная аэрозоль	0,15		6,67
Твердые частицы	0,15		80
Абразивная пыль	0,15		6,67

Приложение 3

Таблица 4 – Расчет экологического ущерба Y_1

Источник	Вещество	γ	δ	f	ПДК _{ср} , мг/м ³	A _i , усл.т/т	M _{ji} , т/год	M _{ji} , усл.т/т	Y _{1ji} , тыс. руб/год
Экологический ущерб (Y ₁), тыс. руб									

Таблица 5 – Расчет экологического ущерба Y_2

Источник	Вещество	γ	δ	f	ПДК _{ср} , мг/м ³	A _i , усл.т/т	ПДВ _{ji} , т/год	M _{ji} , усл.т/т	Y _{2ji} , тыс. руб/год
Экологический ущерб (Y ₂), тыс. руб									

3. Расчет экономической и экологической целесообразности внедрения природоохранных мероприятий и эффективности инвестиций.

Внедрение природоохранных мероприятий и экологически чистых технологий требует немалых инвестиций, что вызывает необходимость оценки экономической эффективности вложения средств и обоснование инвестиций, основная цель которого – обосновать, за счет чего будут возвращаться средства и в какой срок.

Экономическое обоснование целесообразности внедрения природоохранных мероприятий производится путем сопоставления результатов мероприятий с произведенными затратами и расчета показателей *абсолютной (общей) и сравнительной экономической эффективности*.

Основным показателем является *годовой экономический эффект*, который может быть общественным и коммерческим.

Общественный эффект рассчитывается для общества в целом и складывается из суммы предотвращенных ущербов и прироста дохода от улучшения результатов производственной деятельности во всех сферах общественного производства, связанных по цепочке влияния с внедряемым природоохранным мероприятием.

Коммерческий эффект рассчитывается для предприятия и в общем случае складывается из экономии на платежах за загрязнение окружающей среды (\mathcal{E}_n , руб/год), выручки от реализации отходов производства или продукции, полученной из отходов производства, экономии затрат на воду, экономии материальных и энергетических ресурсов за счет более полного их использования (ΔD , руб/год).

Экономический эффект достигается благодаря произведенным затратам. Общая сумма годовых затрат ($Z_{пр}$), связанных с природоохранными мероприятиями, складывается из эксплуатационных расходов ($Z_{экс}$, руб/год.) и капитальных вложений (K , руб) и представляет собой приведенные природоохранные затраты, которые рассчитываются по формуле

$$Z_{пр} = Z_{экс} + E_H, \quad (5.32)$$

где E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, 1/год (принимается, как правило, равным 0,15).

Приведенные природоохранные затраты являются показателем *сравнительной экономической эффективности* при решении одноцелевых экологических задач в рамках конкретного предприятия. Критерием выбора наиболее выгодного варианта из нескольких возможных является минимум приведенных затрат:

$$Z_{экс} + E_H \cdot K = \min. \quad (5.33)$$

Абсолютная экономическая эффективность характеризует отдачу вложенных средств, определяется как отношение полученного результата к произведенным затратам на осуществление мероприятия и оценивается с экологической и экономической точки зрения.

Экологическая эффективность приведенных природоохранных затрат показывает долю уловленных загрязнений в расчете на единицу произведенных затрат и определяется по формуле

$$E_{экол} = \frac{Q}{Z_{экс} + E_H \cdot K} \quad (5.34)$$

где Q – количество уловленных загрязнений за счет внедрения природоохранных мероприятий, т/год или усл.т/год.

Экономическая эффективность приведенных природоохранных затрат характеризует долю экономического эффекта на единицу произведенных затрат и определяется по формуле

$$E_{пр} = \frac{\mathcal{E}_Г}{Z_{экс} + E_H \cdot K} \quad (5.35)$$

Экономическая эффективность капитальных вложений (инвестиций) на природоохранные мероприятия показывает максимальную норму прибыли на вложенный капитал, которую может получить предприятие (инвестор) в результате реализации мероприятий, и составляет

$$E_K = \frac{\mathcal{E}_Г - Z_{экс}}{K}, \quad (5.36)$$

где $\mathcal{E}_Г$ – коммерческий эффект, получаемый предприятием от внедрения природоохранных мероприятий.

Показателем, характеризующим окупаемость капитальных вложений (инвестиций), является *период окупаемости* ($T_{ок}$), который рассчитывается по формуле:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Xi_r - \Xi_{экс}} \quad (5.37)$$

Этот показатель позволяет узнать, сколько потребуется времени, чтобы инвестиции принесли столько денежных средств, сколько пришлось потратить. Если предприятию важно возместить первоначальные расходы как можно скорее, то срок окупаемости должен быть минимальным. Если важен результат, то срок окупаемости не является ограничительным критерием, а используется в качестве дополнения к другим показателям.

Экологическая предпочтительность выбранного варианта природоохранных мероприятий характеризуется следующими условиями: остаточное содержание загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу или сбросах сточных вод в водоем (в систему канализации) не должна превышать предельно допустимые концентрации (ПДК) этих веществ в компонентах природной среды.

Для оценки экологической результативности предложенных мероприятий необходимо также рассчитать и проанализировать следующие показатели:

- годовой предотвращенный экономический ущерб;
- предотвращенный ущерб в расчете на одну условную тонну уловленных загрязняющих веществ;
- остаточные концентрации загрязняющих веществ после очистки и их соответствие требуемым предельно допустимым нормам;
- долю повторно используемой воды (отношение количества возвращаемой воды к общему количеству воды, необходимому для протекания технологического процесса);
- долю уловленных загрязняющих веществ по отношению к общей массе загрязняющих веществ, поступающих на очистку (коэффициент очистки сточных вод).

Степень анализируемого метода очистки сточных вод по отдельному загрязняющему веществу ($K_{очи}$) определяется по формуле

$$K_{очи} = \frac{C_{1i} - C_{2i}}{C_{1i}}, \quad (5.38)$$

где C_{1i} и C_{2i} – концентрация загрязняющего вещества, соответственно, до и после внедрения комплекса природоохранных мероприятий, мг/л.

В условиях рыночной экономики при дефиците собственных средств предприятие вынуждено обращаться к инвесторам. Оформив кредит в банке, предприятие принимает на себя обязательство возратить деньги в определенный срок. В результате этого в план реализации проекта природоохранных мероприятий включается еще одна фаза – период возврата вложенных средств, а к экономическому и экологическому обоснованию прибавляется еще обоснование инвестиций. Это требует учета фактора времени.

Фактор времени необходимо учитывать также для мероприятий, которые имеют длительные сроки реализации и разные по годам величины эффектов, текущих и капитальных затрат (например, восстановление лесов; рекультивация земель; внедрение ресурсосберегающих, малоотходных и экологически чистых технологий и производств и др.). Учет неравноценности разновременных затрат и результатов производится путем их дисконтирования или компаундирования, в результате чего денежные потоки в разные периоды времени приводятся в сопоставимый вид, т.е. к единому моменту времени.

Процедура приведения к конечному моменту осуществляется путем умножения текущих величин потока на шаге t на коэффициент компаундирования, отражающий темп приращения капитала при использовании денежных средств в хозяйственном обороте. Эта процедура называется компаундированием.

Процедура приведения потока к начальному периоду проводится путем умножения этих же текущих величин потока на коэффициент дисконтирования, учитывающий

уменьшение значимости денежного потока при его отдалении во времени. Такая процедура называется дисконтированием.

Для оценки эффективности инвестиционного проекта используются следующие основные показатели: *чистый доход, чистый дисконтированный доход, индекс доходности, срок окупаемости, внутренняя норма доходности*.

Чистый доход от реализации инвестиционного проекта представляет собой разницу между *поступлениями* (притоком средств) и *выплатами* (оттоком средств) предприятия в процессе реализации проекта в каждом интервале времени в течение *расчетного периода*.

Выплаты предприятия складываются из капитальных и текущих затрат.

Поступления представляют собой результат, получаемый в результате осуществления проекта в виде экономии от снижения платы за загрязнение окружающей среды, экономии от снижения затрат на приобретение воды из водохозяйственной системы за счет организации цикла оборотного водоснабжения, выручки от реализации уловленных отходов или от реализации, полученной из этих отходов продукции и т.д.

Расчетным периодом может быть срок окупаемости вложенных средств, период возврата денежных средств, период реализации проекта мероприятий, период эксплуатации объекта, жизненный цикл объекта и т.д.

Для учета неравноценности для инвестора сегодняшних и будущих доходов определяется *чистый дисконтированный доход*, который является производным от показателя чистого дохода.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу.

Величина ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \left(P_t \cdot \alpha_t - Z_t \cdot \alpha_t \right) - \sum_{t=0}^T K_t \cdot \alpha_t, \quad (5.39)$$

где $P_t \cdot \alpha_t$ – продисконтированные поступления от реализации проекта, получаемые на t -ом шаге расчета;

$Z_t \cdot \alpha_t$ – продисконтированные текущие затраты, осуществляемые на том же шаге;

T – расчетный период (срок реализации проекта);

α_t – коэффициент дисконтирования;

K_t – капитальные вложения в проект.

При постоянной норме дисконта r коэффициент дисконтирования определяется по уравнению

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (5.40)$$

где r – норма дисконтирования (норма дисконта); t – порядковый номер временного интервала.

Норма дисконта для мероприятий социальной и экологической направленности принимается, как правило, равной половине банковской процентной ставки.

Если ЧДД проекта положителен, проект является эффективным (при данной норме дисконта). Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект.

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капиталовложений. Индекс доходности проекта позволяет определить, сможет ли текущий доход от проекта покрыть капитальные вложения в него.

Если $\text{ИД} > 1$, проект эффективен, если $\text{ИД} < 1$ – неэффективен. Индекс доходности рассчитывается по уравнению

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (P_t - 3_t) \cdot \alpha_t}{\sum_{t=0}^T K_t \cdot \alpha_t}. \quad (5.41)$$

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта ($r_{вн}$), при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям. Исходя из данного условия, ВНД ($E_{вн}$) определяется как положительный корень уравнения

$$\sum_{t=0}^T \frac{P_t - 3_t}{(1 + r_{вн})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1 + r_{вн})^t}. \quad (5.42)$$

ВНД характеризует максимальную отдачу, которую можно получить от проекта, т.е. норму прибыли на вложенный капитал, при которой чистый дисконтированный доход по проекту равен нулю. Полученная в процессе расчета ВНД сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на капитал. Если показатель ВНД превышает выбранную норму дохода, то проект может быть рекомендован к внедрению. В противном случае инвестиции в данный проект нецелесообразны. Внутренняя норма доходности характеризует уровень доходности инвестиций при условии полного покрытия всех расходов по проекту мероприятий за счет доходов. По своей экономической природе норма дохода для инвестора и внутренняя норма по проекту идентичны, т.е. характеризуют уровень капитализации доходов за расчетный период.

Величина ВНД вычисляется разными методами. Она может быть рассчитана путем решения уравнения (5.42) итеративно, т.е. путем подбора нормы дохода. Более точно ВНД можно определить методом линейной интерполяции. Быстрее и точнее ВНД определяется с помощью финансового калькулятора или компьютера (с помощью программных средств типа электронных таблиц). ВНД можно рассчитать графическим методом.

Срок окупаемости ($T_{ок}$) – минимальный временной интервал, измеряемый в месяцах, кварталах или годах, за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Иначе, – это период времени, начиная с которого вложения и затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления.

Срок окупаемости с использованием дисконтирования рассчитывается при условии выполнения равенства:

$$\sum_{t=0}^{T_{ок}} (P_t - 3_t) \cdot \alpha_t - \sum_{t=0}^{T_{ок}} K_t \cdot \alpha_t = 0 \quad (5.43)$$

Таким образом, для того чтобы инвестиционный проект мог быть признан эффективным, необходимо выполнение какого-нибудь из следующих условий:

1. ЧДД > 0.
2. ВНД > r при условии, что ВНД этого проекта существует.
3. ИД > 1,0.
4. Срок окупаемости с учетом дисконтирования $T_d < T$.

При этом если выполнено условие 2, остальные условия также будут выполняться, если же выполнено любое из условий 1, 3, 4, то будут выполнены и другие из этих условий (хотя ВНД проекта может и не существовать).

ЗАДАНИЕ

Найти эколого-экономические показатели работы предприятия до и после реализации природоохранных мероприятий по условиям задачи 5.8. Для расчетов принять $K_{инд} = 1,76$ (2016 г.).

Исходные данные по вариантам в приложениях 5 и 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Исходная концентрация ЗВ в сточных водах по вариантам задач для задания 5.8

Вариант	Исходная концентрация ЗВ в сточных водах, мг/л												
	нефте-	фено-	суль-	нит-	нит-	циа-	хло-	кад-	цинк	медь	желе-	сви-	ни-
1	25		500					9,5					
2		2,0		19,0		50							
3			520							2,1			1,85
4	21			18		25							
5		1,2			80		340						
6			550					1,83		1,85			
7	23			30							73		
8		1,5			65							5,8	
9			570						7,5				8,5
10	5,8						320			1,8			
11		1,0			35			1,1					
12	30					65					23		
13		0,2					550					18	
14								2,5			32		31,2
15	35			280								12	
16		1,7					250						1,5
17	18		320					8,5					
18		0,8							3,5			8,0	
19			420							1,8			3,5
20	20								48		50		

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Исходные данные по вариантам задач для задания 5.8

Вариант	Год реализации	Распределение показателей по годам реализации проекта			
		забор чистой воды В, м ³ /ч	сброс сточных вод Б, м ³ /ч	капитальные затраты в процентах от общих капитальных вложений	остаточная концентрация ЗВ в сточных водах
1	2	3	4	5	6
1	1	50	50	67	равна исходной
	2	25	25	33	40 % от исходной
	3	10	10	0	равна ПДК _{кб}
2	1	85	85	66	равна исходной
	2	40	40	34	40 % от исходной
	3	20	20	0	равна 0,8 ПДК _{кб}
3	1	60	60	63	равна исходной
	2	35	35	37	50 % от исходной
	3	15	15	0	равна 0,9 ПДК _{кб}
4	1	65	65	59	равна исходной
	2	45	45	41	45 % от исходной
	3	20	20	0	равна ПДК _{кб}
5	1	75	75	65	равна исходной
	2	40	40	35	48 % от исходной

6	3	15	15	0	равна 0,75 ПДК _{кб}
	1	55	55	64	равна исходной
	2	30	30	36	55 % от исходной
	3	10	10	0	равна ПДК _{кб}
7	1	80	80	61	равна исходной
	2	50	50	39	40 % от исходной
	3	30	30	0	равна 0,8 ПДК _{кб}
8	1	60	60	60	равна исходной
	2	40	40	40	50 % от исходной
	3	35	35	0	равна 0,9 ПДК _{кб}
9	1	35	35	70	равна исходной
	2	15	15	30	45 % от исходной
	3	0	0	0	нет сброса
10	1	65	65	65	равна исходной
	2	40	40	38	40 % от исходной
	3	25	25	0	равна 0,8 ПДК _{кб}
11	1	52	52	63	равна исходной
	2	30	30	37	54 % от исходной
	3	10	10	0	равна 0,95 ПДК _{кб}
12	1	85	85	57	равна исходной
	2	65	65	43	40 % от исходной
	3	40	40	0	равна ПДК _{кб}
13	1	75	75	58	равна исходной
	2	55	55	42	40 % от исходной
	3	35	35	0	равна 0,9 ПДК _{кб}
14	1	57	57	66	равна исходной
	2	30	30	34	50 % от исходной
	3	15	15	0	равна 0,85 ПДК _{кб}
15	1	80	80	61	равна исходной
	2	50	50	39	40 % от исходной
	3	30	30	0	равна 0,8 ПДК _{кб}
16	1	52	52	63	равна исходной
	2	30	30	37	50 % от исходной
	3	12	12	0	равна ПДК _{кб}
17	1	85	85	60	равна исходной
	2	55	55	40	45 % от исходной
	3	30	30	0	равна 0,95 ПДК _{кб}
18	1	50	50	59	равна исходной
	2	35	35	41	50 % от исходной
	3	20	20	0	равна ПДК _{кб}
19	1	95	95	56	равна исходной
	2	75	75	44	35 % от исходной
	3	45	45	0	равна 0,8 ПДК _{кб}
20	1	64	64	65	равна исходной
	2	34	34	45	55 % от исходной
	3	20	20	0	равна ПДК _{кб}

4. Учет уровня загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов

Атмосфера имеет сложное слоистое строение. Ближайший к поверхности Земли слой носит название тропосферы.

Для атмосферы характерно пространственное перемещение воздушных масс:

- турбулентная диффузия – неупорядоченное перемещение воздуха в вертикальном и горизонтальном направлениях;
- конвективные потоки – упорядоченный перенос воздуха на общем фоне турбулентного движения (такие потоки возникают из-за неравномерного нагрева поверхности Земли).

Газообразные продукты промышленных предприятий в большинстве случаев выбрасываются в атмосферу на большую высоту через трубы. Такие выбросы называются организованными, а сам источник выброса (труба) является точечным.

Выбрасываемые в атмосферу загрязняющие вещества (ЗВ) движутся в ней благодаря молекулярной и турбулентной диффузии. Рассеивание газовой струи за счет молекулярной диффузии незначительно. Основное влияние на процесс рассеивания ЗВ в атмосфере оказывает турбулентная диффузия, способствующая переносу частиц в направлении от высокого давления к низкому.

Рассмотри процесс рассеивания примеси в атмосфере на простейшем примере неподвижной среды.

Допустим, что частица газа объемом δV сместилась в атмосферном воздухе из слоя с давлением P_1 в слой с другим давлением P_2 . При этом частица газа изменит свою плотность с ρ_1 на ρ_2 . Сумма всех сил, приложенных к частице после смещения, определяется выражением

$$\vec{F} = (\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot \delta \cdot V \cdot \vec{e}$$

где $\rho_2 \cdot g \cdot \delta \cdot V \cdot \vec{e}$ – гидростатическая подъемная сила (\vec{e} – единичный вектор), стремящаяся вытолкнуть частицу вверх;

$\rho_1 \cdot g \cdot \delta \cdot V \cdot \vec{e}$ – сила тяжести, зависящая от плотности ρ_1 .

Соотношение рассмотренных сил определяет направление вектора суммарной силы.

Когда частица движется вверх в атмосфере, то она расширяется, так как давление с высотой падает. При этом над окружающей средой совершается работа, и температура частицы уменьшается. Так как этот процесс происходит достаточно быстро, то его можно принять адиабатическим. Причем, если распределение температуры в атмосфере также подчиняется адиабатическому закону, то частица, поднявшись на некоторую высоту, будет находиться при таком же давлении и такой же температуре, как и окружающая ее среда. Плотность частицы ρ_1 будет равна плотности окружающей среды и, следовательно, сумма всех сил, F , приложенных к частице, равна нулю. Таким образом, смещенная масса воздуха не будет стремиться возвратиться в свое прежнее положение или продолжить свое движение, т.е. мы имеем дело с безразличным равновесием системы.

Иное дело, если температура атмосферы с высотой уменьшается быстрее, чем по адиабате. В этом случае частица, переместившись на новую высоту, будет иметь температуру выше, чем окружающий воздух, а плотность – ниже. Поэтому частица будет стремиться к дальнейшему подъему.

Если температура атмосферы с высотой уменьшается медленнее. Чем по адиабате или даже возрастает (т.е. имеет место температурная инверсия), то частица, переместившись на новую высоту, будет иметь температуру ниже, чем окружающий воздух, а плотность – выше. Поэтому частица будет стремиться вниз в более плотные слои атмосферы.

В реальных условиях процесс рассеивания примеси в атмосфере зависит от многих факторов: метеорологических условий, высоты трубы, температуры и плотности газа в трубе, агрегатного состояния ЗВ и др.

К метеорологическим факторам, прежде всего, относятся скорость ветра, температурная стратификация, влажность воздуха, атмосферное давление и температура. При этом горизонтальное перемещение примесей в атмосфере определяется в основном скоро-

стью ветра, а вертикальное – распределением температуры воздуха в вертикальном направлении вблизи трубы.

С учетом вышеизложенного рассмотрим поле концентраций примеси от действия точечного источника, расположенного на высоте H от поверхности Земли (рис 1).

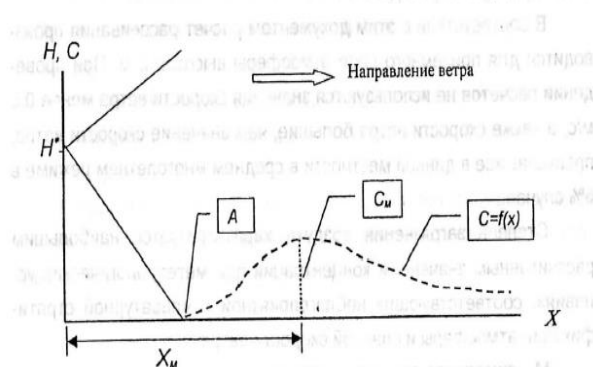


Рис 1. Схема рассеивания и распределения концентрации 3В в приземном слое атмосферы под факелом высокого точечного источника выброса.

При наличии ветра в направлении оси X примесь будет распространяться вправо. За счет диффузии факел будет при этом расширяться и в точке A достигнет Земли.

В наветренном от точки A направлении примесь отсутствует (приземная концентрация примеси равна нулю). С подветренной стороны примесь будет прижиматься к Земле и при отсутствии ее поглощения концентрация начнет возрастать. С другой стороны, очевидно, что на большом расстоянии от источника выброса 3В их концентрация убывает и, в конечном счете, опять становится равной нулю.

Следовательно, существует максимум концентрации примеси на уровне Земли C_{max} , приходящийся на некоторую точку, расположенную на расстоянии x_{max} относительно источника.

Ветер оказывает двойное влияние на рассеивание примесей. При его отсутствии и мощных конвективных потоках, обусловленных стратификацией атмосферы, горячие выбросы будут подниматься на большую высоту и там рассеиваться, не создавая практически загрязнения в приземном слое.

С другой стороны, чем больше скорость ветра, тем больше турбулентность атмосферы, тем интенсивнее распространяются примеси в воздухе, и, следовательно, тем меньше концентрация.

Следовательно, имеется такая сила ветра, при которой от данного источника выброса будет создаваться максимальная приземная концентрация. Эта, так называемая, опасная скорость ветра имеет различные значения для каждого источника в зависимости от его характеристик (высоты, температуры отходящих газов, скорости выхода и др.).

В ходе выполнения работы студенты приобретают навыки расчета уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами точечного источника (в основном из труб промышленных предприятий). Расчет рассеивания ведется согласно действующему нормативному документу ОНД-86. Необходимые для проведения расчетов данные об источниках загрязнения приведены в таблицах.

Расчет уровня загрязнения атмосферного воздуха вредными выбросами предприятий

Все источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на точечные (например, труба предприятия), плоскостные (свалка) и линейные (автомагистраль). При выполнении данной работы студенты знакомятся с методикой расчетов уровня загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов. При этом рассчитывается концентрация загрязняющего вещества в воздухе на различных расстояниях от промышленных труб и делается вывод о влиянии данного предприятия на окружающую среду в данном районе (путем сравнения расчетной концентрации загрязняющего вещества с его

предельно допустимой средней суточной концентрацией в атмосфере населенных пунктов – ПДКс.с.).

В ходе проводимых расчетов вначале определяется максимальная концентрация загрязняющего вещества в воздухе C_{max} , которая может быть достигнута при наиболее благоприятных метеорологических условиях (как правило, при опасной скорости ветра U_{max} и на определенном от источника выбросов расстоянии x_{max}). Затем определяется концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе на заданном расстоянии x от источника выбросов.

Определение максимальной концентрации вредного вещества в атмосферном воздухе

Расчет максимальной концентрации загрязняющего вещества в воздухе выполняется в соответствии с формулой:

$$C_{max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где A — коэффициент, зависящий от температуры стратификации атмосферы (таблица 1);

M - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси (ГВС) из источника;

H - высота источника над уровнем земли, м;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. Если территория, на которой расположен источник выбросов, ровная, то есть перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то $\eta = 1$; если перепад высот более 50 м, но не превышает 100 м на 1 км, то $\eta = 2$; для сильно пересеченной местности $\eta = 3$;

ΔT - разность между температурой, выбрасываемой газовой смеси T_1 и температурой окружающего воздуха T_0 , °С (для г. Благовещенска значение T_0 принимается равным 21,4°С);

V_1 - расход газовой смеси (м³/с), рассчитываемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (2)$$

где D - диаметр устья источника выбросов (трубы), м;

ω_0 - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника, м/с ($\omega_0 = 7$ м/сек).

При наличии на предприятии очистных и газоулавливающих сооружений принимают $F = 1$ для всех газообразных веществ, а также для мелкодисперсных веществ (зола, пыль и др.) и $F = 2$ для мелкодисперсных аэрозолей. Если очистные и газоулавливающие сооружения отсутствуют, то $F = 3$.

Значения коэффициентов m и n определяются с помощью вспомогательных коэффициентов f , v_m , v'_m , f'_e формулам:

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (3)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (4)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0}{H}, \quad (5)$$

$$f'_e = 800 (v'_m)^2. \quad (6)$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67+0,1\sqrt{f}+0,34\sqrt[3]{f}}, \quad \text{если } f < 100; \quad (7a)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}, \quad \text{если } f \geq 100. \quad (7б)$$

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_m по формулам:

$$n = 1 \quad \text{при } v_m \geq 2; \quad (8a)$$

$$n = 0,532v_m^2 - 2,13v_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_m < 2; \quad (8б)$$

$$n = 4,4v_m \quad \text{при } v_m < 0,5. \quad (8в)$$

Определение расстояния от источника выбросов, на котором достигается максимальная концентрация загрязняющего вещества

Определение расстояния x_{max} (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация загрязняющего вещества C (мг/м³) достигает максимального значения C_{max} (мг/м³), выполняется с помощью формулы:

$$x_{max} = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (9)$$

где d - безразмерный коэффициент при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad \text{при } v_m < 0,5; \quad (10a)$$

$$d = 4,95(1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (10б)$$

$$d = 7(1 + 0,28\sqrt[3]{f}), \quad \text{при } v_m > 2. \quad (10в)$$

При $f > 100$ значение находится по формулам:

$$d = 5,7 \quad \text{при } v'_m \leq 0,5; \quad (11a)$$

$$d = 11,4v'_m \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2; \quad (11б)$$

$$d = 16\sqrt{v'_m}. \quad (11в)$$

Определение метеорологических условий, при которых может быть достигнута максимальная концентрация загрязняющего вещества в воздухе

Основными метеорологическими факторами, влияющими на концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, являются скорость и направление ветра. Опасная скорость ветра U_{max} (м/с), при которой достигается на расстоянии x_{max} от источника выбросов максимально возможное значение концентрации загрязняющего вещества C_{max} определяется по формулам (12) и (13):

$$\text{Для } f < 100: \quad U_{max} = 0,5, \quad \text{при } v_m \leq 0,5 \quad (12a)$$

$$U_{max} = v_m, \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (12б)$$

$$U_{max} = v_m(1 + 0,12\sqrt{f}), \quad \text{при } v_m > 2. \quad (12в)$$

$$\text{Для } f \geq 100 \quad U_{\max} = 0,5, \text{ при } v'_m \leq 0,5; \quad (13a)$$

$$U_{\max} = v'_m, \text{ при } 0,5 < v'_m \leq 2; \quad (13б)$$

$$U_{\max} = 2,2v'_m, \text{ при } v'_m > 2. \quad (13в)$$

Определение концентрации загрязняющего вещества в атмосфере на заданном расстоянии от источника выбросов

При опасной скорости ветра U_{\max} приземная концентрация загрязняющего C в атмосферном воздухе на расстоянии x от источника выбросов рассчитывается по формуле:

$$C = S_I \cdot C_{\max}, \quad (14)$$

где S_I - безразмерная величина, определяемая в зависимости от соотношения x/x_{\max} по формулам:

$$S_I = 3(x/x_{\max})^4 - 8(x/x_{\max})^3 + 6(x/x_{\max})^2, \text{ при } (x/x_{\max}) \leq 1; \quad (15a)$$

$$S_I = \frac{1,13}{0,13(x/x_{\max})^2 + 1}, \text{ при } 1 < (x/x_{\max}) \leq 8; \quad (15б)$$

$$S_I = \frac{2,55}{0,13(x/x_{\max})^2 + 9}, \text{ при } x/x_{\max} > 8. \quad (15в)$$

Для низких и наземных источников (высотой не более 10 м) при значениях $(x/x_{\max}) < 1$ величина S_I заменяется на величину S_I^H , определяемую в зависимости от x/x_{\max} и H по формуле:

$$S_I^H = 0,125(10 - H) + 0,125(H - 2)S_I. \quad (16)$$

Задания по работе

Для Вашего предприятия из таблицы 3 рассчитать уровни загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятия на расстоянии 500 м от источника выбросов.

Основываясь на сравнении полученных при расчете значений концентрации загрязняющих веществ с величиной ПДКс.с. (табл. 2), сделать выводы о влиянии каждого из загрязняющих веществ на расчетную точку территории города.

Представьте отчет по работе.

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо привести следующие данные:

- название предприятия;
- характеристики источника выбросов (высота и диаметр устья трубы, температура ГВС);
- характеристика выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (название, ПДКс.с.; объем выброса);
- значение опасной скорости ветра U_{\max} ;
- результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой;
- конечные результаты (концентрацию каждого из выбрасываемых загрязняющих веществ на расстоянии 500 м от источника выброса, при этом точность расчета концентрации загрязняющего вещества должна соответствовать точности табличного значения его ПДКс.с.).

Отчет завершить выводами.

Таблица – 1 Значение коэффициента А для некоторых территорий

Территория	Коэффициент А
Средняя Азия, южнее 40 ° с.ш., Бурятская АССР, Читинская область	250
Россия, южнее 50° с.ш., Сибирь, Дальний Восток, Казахстан	200
Европейская часть РФ и Урал от 50° до 52° с.ш.	180
Европейская часть РФ и Урал севернее 52° с.ш., Украина	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ива-	140

новская области

Таблица – 2 ПДК_{с.с.} некоторых веществ в атмосфере населенных пунктов

Вещество	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Вещество	ПДК _{с.с.} , мг/м ³
Акролеин	0,03	Пропилен	3,0
Аммиак	0,04	Пыль	0,15
Анилин	0,03	Пыль цементная	0,01
Ацетон	0,35	Ртуть метал-ская	0,0003
Бензол	0,1	Сажа	0,05
Диоксид серы	0,05	Свинец	0,0003
Диоксид углерода	3,0	Сероводород	0,008
Зола	0,5	Спирт метиловый	0,5
Медь	0,002	Спирт этиловый	5,0
Никель	0,001	Фенол	0,003
Окислы азота	0,04	Формальдегид	0,003
Окись этилена	0,03	Хлор	0,03
Окись углерода	1,0	Хлороводород	0,2

Таблица – 3 Характеристика предприятий

№	Условное название предприятия, загрязняющее вещество	Высота трубы, м	Диаметр устья трубы, м	Температура ГВС, °С	Выброс загрязняю-го вещества, г/сек.
1	«Астра» акролеин оксиды азота сажа свинец	11	0,6	95	2,2 1,7 1,1 0,8
2	«Барьер» акролеин ацетон фенол ртуть	44	1,1	90	12,0 2,7 7,7 0,4
3	«Вега» диоксид серы оксид углерода сажа фенол	33	1,2	100	1,0 1,2 4,8 3,3
4	«Глобус» аммиак оксиды азота сажа фенол	26	2,1	135	3,4 1,6 9,8 0,9
5	«Гранит» аммиак диоксид углерода зола формальдегид	25	1,0	130	2,9 3,9 3,6 1,8
6	«Заря» ацетон ртуть фенол формальдегид	30	1,2	100	1,5 0,2 0,5 2,7
7	«Динамо» акролеин оксиды азота сажа ртуть	38	1,2	118	10 1,5 1,7 0,3
8	«Калибр»				

	ацетон диоксид серы зола фенол	21	1,6	115	2,2 1,6 4,1 1,0
9	«Кварц» аммиак оксид углерода свинец формальдегид	35	1,3	130	3,9 1,5 1,2 2,6
10	«Луч» акролеин диоксид углерода зола оксид углерода	17	1,8	105	7,9 3,4 3,5 0,9
11	«Метеор» ацетон диоксид серы сажа свинец	40	1,5	112	2,4 2,1 2,0 1,5
12	«Омега» аммиак диоксид углерода ртуть формальдегид	19	0,9	120	2,9 3,9 0,4 2,1
13	«Протон» акролеин зола оксиды азота фенол	31	1,2	125	6,3 5,4 2,0 2,6
14	«Ресурс» диоксид углерода диоксид серы оксид углерода свинец	23	1,9	105	3,5 2,0 1,8 1,3
15	«Рубин» ацетон ртуть сажа формальдегид	33	1,1	140	3,1 0,3 12,7 3,0
16	«Сигма» аммиак диоксид серы оксиды азота фенол	24	1,4	110	3,1 1,8 1,9 2,9
17	«Спектр» диоксид углерода зола сажа свинец	37	1,6	114	3,9 5,7 14,0 1,8
18	«Титан» акролеин оксид углерода ртуть формальдегид	48	1,3	85	7,4 3,0 0,6 4,1
19	«Топаз» диоксид углерода оксиды азота свинец фенол	27	1,2	97	3,1 2,2 1,4 2,5
20	«Фотон» аммиак диоксид серы	18	0,8	110	2,8 2,1

	зола				3,2
	оксид углерода				1,9

Примечания:

- 1) все предприятия расположены в г. Благовещенске, имеют очистные и газоулавливающие сооружения;
- 2) перепад высот на территориях всех предприятий не превышает 50 м на 1 км.

5. Расчет предельно допустимых выбросов и минимальной высоты источника выбросов предприятия

Наибольшая концентрация вредного вещества в приземном слое воздуха, создаваемая промышленным источником выброса, не должна превышать предельно допустимой максимальной разовой:

$$C_{max} \leq ПДК_{м.р.} \quad (17)$$

Во многих случаях еще до ввода источника примеси в действие, в атмосфере присутствует примесь данного типа, которая создает так называемую фоновую концентрацию (C_{ϕ}). Поэтому в общем случае неравенство имеет вид:

$$C_{\phi} + C_{max} \leq ПДК_{м.р.} \quad (18)$$

Подставляя значения C_{max} и принимая при этом $ПДВ=M$, получаем для источника с круглым устьем:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot H^2}{AFm\eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}, \text{ з/с}; \quad (19)$$

и для случая $f \geq 100$ или $\Delta T=0$:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) \cdot \sqrt[3]{H^4}}{AFm\eta} \cdot \frac{8V_1}{D}, \text{ з/с}. \quad (20)$$

На основании этих формул и рассчитывается минимальная высота источника выброса (трубы), при которой обеспечиваются условия эффективного рассеивания известного количества выбросов (M).

Минимальная высота трубы в случае $\Delta T=0$ определяется по формуле:

$$H = \sqrt[4]{\left[\frac{AMFD\eta}{8V_1 \cdot (ПДК - C_{\phi})} \right]^3}, \text{ м}. \quad (21)$$

При $\Delta T > 0$ значение H сначала рассчитывается также по формуле (21). Если найденное значение $H \leq \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{100D}{\Delta T}}$, то оно является окончательным. Если найденное значение $H > \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{100D}{\Delta T}}$, то значение минимальной высоты рассчитывается по формуле:

$$H = \sqrt{\frac{AMF\eta}{(ПДК - C_{\phi}) \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}}, \text{ м}. \quad (22)$$

Если в выбросах присутствует несколько различных видов загрязнителей атмосферы, то расчет минимальной высоты трубы проводится по каждому из них и окончательное значение выбирается как наибольшее из полученных.

Целью практической работы № 2 является ознакомление с методикой расчетов предельно допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ предприятий с учетом фоновых концентрации и минимально допустимой высоты трубы H_{min} .

Работа является продолжением практической работы № 1, в описании которой имеются данные, необходимые для выполнения настоящей работы.

Расчет ПДВ и минимальной высоты источника выбросов предприятий

Расчеты ПДВ и H_{min} выполняются, как правило, при проектировании предприятия и выборе места его расположения на местности с учетом технологического процесса и при планировании изменения технологического процесса, либо при изменении проектных мощностей.

При определении минимальной высоты источника выбросов и установлении предельно допустимых, выбросов загрязняющих веществ необходимо учитывать, что средняя суточная концентрация C_i , каждого i -го загрязняющего вещества в приземном слое атмосферы населенных пунктов не должна превышать его предельно допустимой концентрации ПДК_{с.с.} (см. значения ПДК_{с.с.} в таблице 2 практической работы № 1), то есть

$$C_i \leq \text{ПДК}_i \quad (23)$$

При наличии фонового загрязнения атмосферы (оно характеризуется значением C_ϕ), которое может возникнуть при расположении на данной территории функционирующих предприятий, уже выбрасывающих в атмосферу аналогичные загрязняющие вещества, необходимо вместо C применять величину $C + C_\phi$, то есть

$$C + C_\phi < \text{ПДК} \quad (24)$$

Примечание: для зон курортов, мест размещения зон отдыха населения и других территорий с повышенными требованиями к охране атмосферного воздуха вместо ПДК необходимо применять значение, равное 0,8 ПДК.

При расчете C_ϕ необходимо определить все предприятия, выбрасывающие в атмосферу аналогичные загрязняющие вещества, вычислить расстояние от их источников выбросов (труб) до места планируемого размещения предприятия, для которого устанавливается ПДВ, по методике, описанной в практической работе № 1, определить уровень концентрации от имеющихся источников в районе размещаемого предприятия. Полученные значения концентрации для расчетных предприятий будут считаться фоновыми концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Для определения C_ϕ следует провести расчеты C_{max} для проектируемого предприятия по методике, изложенной в практической работе № 1, и принять полученное значение за C_ϕ . Изменяя значение M в формуле (1) из описания практической работы № 1 (изменяя массу выбрасываемого в атмосферу загрязняющего вещества), добиться выполнения неравенства (24). Полученное значение выброса (г/сек или т/год) будет для планируемого предприятия предельно допустимым - в этом случае при размещении предприятия на данной территории с учетом уже имеющихся предприятий экологическая обстановка в любой точке территории при любых метеоусловиях будет пригодной для людей.

Минимальная высота источника выбросов (трубы), рассчитываемая при проектировании предприятия:

$$H_{min} = \sqrt{\frac{AMFmnD\eta}{(\text{ПДК}-C_\phi) \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}}, \text{ м}, \quad (25)$$

где $A, D, F, m, n, \eta; V_1$ – параметры, описанные в практической работе № 1;

M - объем выбросов, то есть масса загрязняющего вещества, выбрасываемая в атмосферу проектируемым предприятием в единицу времени.

Примечания:

1. Если из источника выбрасывается несколько загрязняющих веществ, то за высоту трубы должно приниматься наибольшее из значений H , которые определены для каждого вещества в отдельности.

2. Увеличение высоты трубы производится для обеспечения рассеивания загрязняющего вещества с целью соблюдения величины ПДК в приземном слое атмосферы. При этом не допускается использование на энергетических объектах труб выше 250 м, а на других производствах - более 200 м. Если при расчетах получены значения, превышающие указанные, делается вывод о необходимости пересмотра технологического процесса с целью снижения выбросов в атмосферу, либо (при проектировании предприятия) изменения места расположения предприятия.

Задания по работе

В Вашем варианте сочетания предприятий принять первое предприятие за уже функционирующее, а второе - за проектируемое. Определить для второго предприятия ПДВ и минимальную высоту трубы с учетом фоновой концентрации загрязняющих веществ, создаваемой первым предприятием.

Расчет конкретного варианта выполнить по тем загрязняющим веществам, которые совпадают в выбросах обоих предприятий. Расстояние между 1-м и 2-м предприятиями принять равным 3000 м.

Сделать выводы на основе анализа полученных результатов.

Представить отчет по работе.

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- номер варианта с указанием сочетания названий предприятий;
- результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой;
- конечные результаты.

Отчет завершить выводами

Таблица – 4 Варианты выполнения расчетов

№ варианта	Сочетание названий предприятий	№ варианта	Сочетание названий предприятий
1.	«Астра» + «Глобус»	11.	«Метеор» + «Калибр»
2.	«Барьер» + «Заря»	12.	«Омега» + «Рубин»
3.	«Вега» + «Метеор»	13.	«Протон» + «Калибр»
4.	«Глобус» + «Динамо»	14.	«Ресурс» + «Вега»
5.	«Гранит» + «Фотон»	15.	«Рубин» + «Заря»
6.	«Заря» + «Титан»	16.	«Сигма» + «Топаз»
7.	«Динамо» + «Протон»	17.	«Спектр» + «Метеор»
8.	«Калибр» + «Фотон»	18.	«Титан» + «Рубин»
9.	«Кварц» + «Ресурс»	19.	«Топаз» + «Глобус»
10.	«Луч» + «Спектр»	20.	«Фотон» + «Ресурс»

6. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий

Целью работы № 3 является определение границ санитарно-защитной зоны предприятия (СЗЗ) и графическое изображение контуров зоны в зависимости от розы ветров. Работа является продолжением Практической работы № 1, в описании которой имеются данные, необходимые для выполнения настоящей работы.

Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий

Размеры СЗЗ в зависимости от розы ветров определяются по формуле:

$$L = x \cdot P/P_0, \quad (26)$$

где L – расстояние от источника выбросов до границы СЗЗ в рассчитываемом румбе (направлении ветра) розы ветров, м (значения L , как правило, различаются для ветров разных направлений);

x – расстояние до участка местности в данном направлении, где концентрация загрязняющего вещества равна 1 ПДК_{с.с.} (рассчитывается при $1 < (x/x_{\max}) \leq 8$), м;

P – среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба, %;

P_0 – повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров, %, (например, при восьмирумбовой розе ветров $P_0 = 12,5$ %).

Примечание: для Благовещенска имеет место следующая повторяемость направлений ветров:

Ю – 13%;	С – 18%;
Ю-В – 8%;	С-З – 30%;
В – 4%;	З – 10%;
С-В – 9 %;	Ю-З – 8 %;

При расчетах следует оценить границу зоны, на которой уровень концентрации равен 1 ПДК_{с.с.} для каждого из загрязняющих веществ, выбрасываемых точечными источниками данного предприятия.

Из полученных оценок выбрать наибольшую, приняв ее за границу санитарно-защитной зоны предприятия.

Задание по работе

Для источника выбросов Вашего предприятия (см. таблицу 3 работы № 1) необходимо рассчитать расстояние до границы санитарно-защитной зоны, используя при этом восьмирумбовую розу ветров.

Расчеты выполнить для всех загрязняющих веществ, выбрасываемых указанным предприятием.

Результаты расчетов изобразить графически, отмерив в масштабе на векторах каждого направления ветра (Ю, Ю-В, В, С-В, С, С-З, З, Ю-З) расстояние, на котором достигается концентрация каждого из выбрасываемых загрязняющих веществ, равная 1 ПДК_{с.с.}. Полученные для каждого из веществ точки соединить замкнутой ломаной линией.

На чертеже, представляемом для отчета, следует показать окончательные контуры СЗЗ.

Сделать выводы по результатам данной работы. (Например, если выяснится, что максимально возможные концентрации выбрасываемых веществ $C_{\max} < 1$ ПДК_{с.с.}, делается заключение о том, что СЗЗ не нужна.)

Представить отчет по работе.

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- наименование предприятия;
- характеристики его источника выбросов;
- результаты промежуточных расчетов;
- конечные результаты;
- выполненный в масштабе чертеж (рисунок) СЗЗ предприятия.

Отчет завершить выводами.

7. Определение категории экологической опасности предприятия по выбросам в атмосферу

Целью работы является определение класса опасности предприятия по степени его воздействия на атмосферный воздух, через расчет параметра и сравнении его с табличным значением.

Определение категории опасности предприятия по выбросам в атмосферу

Категорию опасности предприятия (КОП) рассчитывают по формуле:

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_{cci}} \right)^{\alpha_i}, \quad (27)$$

где M_i – масса выброса i -го вещества, т/год;

$ПДК_{cci}$ – среднесуточная ПДК i -го вещества, мг/м³;

n – количество загрязняющих веществ;

α_i - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью сернистого газа, определяется по таблице 5.

Таблица 5 – Значение α_i для веществ различных классов опасности по СН-245-71

Константа	Класс опасности			
	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Значение КОП рассчитывают при условии, когда:

$$\frac{M_i}{ПДК_{с.с.i}} > 1$$

При $\frac{M_i}{ПДК_{с.с.i}} \leq 1$ значение КОП не рассчитывают и приравнивают к нулю.

Для расчета КОП, при отсутствии среднесуточных значений ПДК, используют значения максимально разовых ПДК или в 10 раз, уменьшенные ПДК рабочей зоны.

Для веществ, по которым отсутствует информация о ПДК, значение КОП приравнивают к массе выбросов данных веществ.

По величине КОП предприятия делят на четыре категории опасности. Граничные условия для деления предприятий приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Граничные условия для деления предприятий на категории опасности по значению КОП

Категория опасности предприятия	Значения КОП
I	КОП $\geq 10^6$
II	$10^6 > \text{КОП} > 10^4$
III	$10^4 > \text{КОП} > 10^3$
IV	$10^3 > \text{КОП}$

На предприятия I категории приходится 60-70 % необходимого снижения выбросов с целью достижения ПДВ от общего снижения по городу, II категории – 30 % от общего снижения по городу, I и II категории нуждаются в постоянном контроле за всей природоохранной деятельностью.

К III категории опасности относятся предприятия со значениями 10^4 - 10^3 . На их долю приходится всего 10-15 % общих городских выбросов. На эти предприятия приходится 5-10 % необходимого снижения выбросов с целью достижения ПДВ от общего снижения по городу.

Для предприятий IV категории практически можно установить нормативы ПДВ на уровне фактических выбросов.

Задания по работе

Определить категорию опасности предприятия. Для определения категории экологической опасности заданного предприятия необходимы годовые выбросы всех вредных веществ свести в таблицу 8. Далее, используя данные таблицы 5 и 7, рассчитать

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_{с.с.i}} \right)^{\alpha_i} \text{ и сделать вывод, по граничным условиям исходя из таблицы 6.}$$

Таблица 7 – ПДК некоторых вредных веществ в атмосферном воздухе

№ п/п	Вредное вещество	Класс вредности вещества	ПДК, мг/м ³	
			макси-мально	средне-суточная

			разовая	
1	Амилены (смесь изомеров)	IV	1,5	1,5
2	Аммиак	IV	0,2	0,04
3	Анилин	II	0,05	0,03
4	Ацетальдегид	III	0,01	0,01
5	Ацетон	IV	0,35	0,35
6	Ацетонфенол	III	0,003	0,003
7	Бензин	IV	5	1,5
8	Без(а)пирен	I	-	0,1 мкг/100м ³
9	Бензол	II	1,5	0,8
10	Бутан	IV	200	200
11	Бутилен	IV	3	3
12	Ванадия (V) оксид	I	0,002	0,002
13	Диоксид азота	II	0,085	0,04
14	Диоксид серы	III	0,5	0,05
15	Дихлорэтан	II	3	1
16	Изопропилбензол	IV	0,014	0,014
17	Капролактан	III	0,06	0,06
18	Ксилол	III	0,2	0,2
19	Марганец и его соединения	II	0,01	0,001
20	Оксид углерода	IV	5	3
21	Оксид азота	III	0,4	0,06
22	Оксид фосфора	IV	0,15	0,05
23	Пропилен	III	3	3
24	Пыль	III	0,5	0,15
25	Сажа	III	0,15	0,05
26	Свинец и его соединения	I	0,001	0,0003
27	Сероводород	II	0,008	0,008
28	Сероуглерод	II	0,03	0,005
29	Серная кислота	II	0,3	0,1
30	Толуол	III	0,6	0,6
31	Уксусная кислота	III	0,2	0,06
32	Уксусный ангидрид	III	0,1	0,03
33	Фенол	II	0,01	0,01
34	Формальдегид	II	0,035	0,003
35	Фтористый водород	II	0,02	0,005
36	Хлористый водород	II	0,2	0,2
37	Хром и его соедин-я	I	-	0,0015
38	Этилен	III	3	3
39	Этилбензол	III	0,02	0,02
40	Углеводороды	IV	1,0	1,0

Таблица 5 – Данные для расчета

№ ва-ри-анта	Предприятие	Наименование веществ	Выброс, т/год
1	ТЭЦ-1	Сажа	63
		Сернистый ангидрид	851
		Диоксид азота	29
		Оксид углерода	8,4
		Пыль	42
		Пятиокись ванадия	0,2
		Фтористый водород	0,12
		Формальдегид	0,255
		Бенз(а)пирен	0,000134

		Хром и его соедине-ния	0,0199
2	ЗАО «Тяжелые механические прессы»	Марганец и его соедине-ния	0,0136
		NO ₂	168,241623
		NO	273,28
		H ₂ SO ₄	0,0000019
		Сажа	0,008309
		SO ₂	3736,3682
		Пыль неорг	14,2851
		Железа оксид (III)	0,099
		Бензин	0,128794
		Углеводороды C ₁₂ -C ₁₉	0,5276
3	ТЭЦ-2	Сажа	42
		Сернистый ангидрид	5109
		Диоксид азота	3141
		Оксид углерода	636
		Пыль	32
		Пятиокись ванадия	0,16
		Фтористый водород	0,18
		Формальдегид	0,234
		Бенз(а)пирен	0,0003
		Хром и его соедине-ния	0,0123
4	Химический завод	Диоксид серы	1645,7
		Пыль неорганическая	762,1
		Аммиак	347,0
		Фтористые соединения	183,8
		Серная кислота	176,6
		Капролактан	124,0
		Серовуглерод	104,664
		Сероводород	1428,9
		Четырёххлористый углерод	191,7
		Оксид углерода	107,4
5	ЗАО «Химволокно»	Диоксид серы	2,28
		Оксид углерода	0,015
		Оксид азота	0,46
		Углеводороды	2,76
		Пыль	0,011
		Сероводород	1,6
		Серная кислота	3,08
		Марганец и его соедине-ния	0,28
		Аммиак	0,28
		Капролактан	2,2
6	ТЭЦ-3	Сажа	
		Сернистый ангидрид	
		Диоксид азота	
		Оксид углерода	
		Пыль	
		Пятиокись ванадия	
		Фтористый водород	
		Формальдегид	
		Бенз(а)пирен	0,0015
		Хром и его соедине-ния	
7	ТЭЦ-4	Сажа	24
		Сернистый ангидрид	5,109
		Диоксид азота	3,141
		Оксид углерода	63,623
		Пыль	41
		Пятиокись ванадия	0,016
		Фтористый водород	0,018
		Формальдегид	0,0234
		Бенз(а)пирен	0,0003

		Хром и его соедине-ния	0,00123
--	--	------------------------	---------

Таблица 8 – Расчет КОП

Вещество	$M_i, \text{т/год}$	$\text{ПДК}_{\text{cci}}, \text{мг/м}^3$	Класс опасности	α_i	$\left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_{\text{cci}}} \right)^{\alpha_i}$
....					
.....					

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- наименование предприятия;
- характеристики его источника выбросов;
- результаты промежуточных расчетов;
- конечные результаты;
- заполненную таблицу 8.

Отчет завершить выводами.

8. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников

1. Плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не *превышающих установленные природопользователю предельнодопустимые нормативы выбросов (ПДВ)*, определяется путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

$$P_{\text{натм}} = K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{натм}} \cdot M_{\text{натм}} (\text{при } M_{\text{натм}} < M_{\text{ннатм}}) \quad (1)$$

где i – вид загрязняющего вещества;

$K_{\text{инд}}$ – коэффициент индексации платы;

$P_{\text{натм}}$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов, руб.;

$C_{\text{натм}}$ – ставка платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в границах предельно допустимых нормативов выбросов, руб/т;

$M_{\text{натм}}$ – фактический (плановый) выброс i -го загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{ннатм}}$ – предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, т.

$$C_{\text{натм}} = N_{\text{бнатм}} \cdot K_{\text{эатм}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{бнатм}}$ – базовый норматив платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов, руб/т;

$K_{\text{эатм}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферного воздуха в данном регионе, для Амурской области **1**.

2. Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах *установленных лимитов (ВСВ)* определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитным и предельно допустимыми выбросами загрязняющих веществ, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

$$P_{\text{латм}} = K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{латм}} \cdot (M_{\text{латм}} - M_{\text{ннатм}}) \quad (3)$$

где $P_{\text{латм}}$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов, руб.;

$C_{\text{латм}}$ – ставка платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб/т;

$M_{\text{латм}}$ – фактический (плановый) выброс i -го загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{ннатм}}$ – предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{латм}}$ – выброс i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, т.

$$C_{\text{латм}} = N_{\text{блатм}} \cdot K_{\text{эатм}}, \quad (4)$$

$N_{\text{блiатм}}$ – базовый норматив платы за выброс 1 т i-го загрязняющего вещества в пределах, т;
 $K_{\text{затм}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферного воздуха в данном регионе.

3. Плата за **сверхлимитный выброс** загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов над установленными лимитами, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ с последующим умножением этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

$$P_{\text{слатм}} = 5 \cdot K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{лиатм}} \cdot (M_{\text{иатм}} - M_{\text{лиатм}}) \quad (5)$$

(при $M_{\text{иатм}} > M_{\text{лиатм}}$)

где $P_{\text{слатм}}$ – плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ, руб.

Ставки платы приведены в приложении 1.

Общая плата за загрязнение атмосферного воздуха определяется суммированием с составляющих.

$$P_{\text{атм}} = P_{\text{натм}} + P_{\text{латм}} + P_{\text{слатм}} \quad (6)$$

В случае отсутствия у предприятий утвержденных разрешений на выбросы (ПДВ, ПДС или ВСВ, ВСС) весь их объем должен учитываться как сверхлимитный.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 12.06.2003 года № 344, коэффициент, учитывающий экологический фактор состояния атмосферного воздуха, по территориям экономических районов Российской Федерации (для дальневосточного региона $K_{\text{затм}} = 1$) применяются с дополнительным к 1,2 при выбросе загрязняющих веществ, а атмосферный воздух крупных промышленных городов с населением свыше 300 тысяч человек.

Задание 1. Рассчитать платежи предприятия, расположенного в г. Благовещенске, за выброс загрязняющих веществ в атмосферу в 2009 году. Разрешений на ВСВ нет. Источники загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Состав выбросов	Факт. выброс, т/год	ПДВ, т/год
Азота диоксид	0,259	0,102
Серная кислота	0,376	0,213
Дихлорпропан	0,667	0,667
Стирол	1,078	0,077
Железа диоксид	0,0344	0,0011
Марганец и его соединения	0,0245	0,0006
Хром шестивалентный	0,0001	0,0001
Фтор и его соединения	0,0024	0,0006
Углерода оксид	3,11	3,11
Ацетон	0,0057	0,0057

Задание 2. Рассчитать платежи предприятия, расположенного на территории г. Благовещенска, за загрязнение атмосферы, если известно, что в 2009 году им выброшено 126,27 т хлора и 59, 3 т аммиака. ПДВ для предприятия утвержден в пределах 66,7 т хлора и 61,3 т аммиака. Разрешений на ВСВ нет.

Задание 3. Рассчитать плату за выбросы 0,28 т формальдегида, 0,8 т сероводорода, 0,08 т озона и 1,5 т ксилола для предприятия, если ПДВ предприятия, т/год, формальдегида – 0,17; сероводорода – 0,65; озона – 0,07; ксилола – 1,0. На 2009 год предприятие получило разрешение на временно согласованный выброс (ВСВ) по озону – на уровне фактического; по ксилолу – до 1,2 т/год.

При расчете платы за загрязнение атмосферного воздуха стационарными источниками (примеры 1-3) исходные данные и необходимые расчеты удобно свести в таблицу 2.

Нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу найти в нормативном акте (постановление правительства РФ №344 от 12.06.2003 г.).

Таблица 2 – Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Наименование ЗВ	Всего по факту, т/год	Предельно допустимый выброс (ПДВ), т/год	Лимиты ВСВ, т/год	Сверх-лимиты (ВСЛ), т/год	Плата за ПДВ, руб	Плата за ВСВ, руб	Плата за сверх-лимит, руб

Всего плата по норме (ПДВ) –

Всего плата за ВСВ –

Всего плата сверх нормы (ВСЛ) –

Сумма к оплате –

9. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников

Плата за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками загрязнения подразделяются на:

- плату за допустимые нормативы выбросов;
- плату за выбросы загрязняющих веществ, превышающих допустимые нормативы.

Плата за допустимые нормативы выброса загрязняющих веществ определяется по одному из следующих методов:

- в расчете на количество передвижных источников загрязнения;
- в расчете на количество (массу) загрязняющих веществ, выбрасываемых передвижными источниками загрязнения.

Выбор метода расчета платы по видам природопользователей с учетом возможностей получения достоверных данных для ее определения производится территориальными природоохранными органами и по их представлению утверждается решением органа исполнительной власти. Для воздушных судов и подвижного состава железнодорожного транспорта используется только метод расчета платы по массе загрязняющих веществ.

Плата за **допустимые выбросы** загрязняющих веществ передвижными источниками в расчете **на количество израсходованного топлива** определяется путем умножения – соответствующих удельных нормативов платы на количество израсходованного топлива, на коэффициенты индексации платы, экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе и суммирования полученных произведений по видам топлива:

$$P_{\text{птр}} = Y_e \cdot K_{\text{инд}} \cdot T_e \cdot K_{\text{э атм}}, (1)$$

где $P_{\text{птр}}$ – плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников, р;

Y_e – удельный норматив платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ, образующихся при использовании 1 т е-ного вида топлива, р/т (приложение 1);

$K_{\text{инд}}$ – коэффициент индексации платы за загрязнение;

T_e – количество е-ного вида топлива, израсходованного передвижным источником за отчетный период, т;

$K_{\text{э атм}}$ – коэффициент экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе.

Удельный норматив платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ, образующихся при использовании различных видов топлива, определяется как средневзвешенное ее значение для оксидов углерода и азота, углеводородов, сажи соединений свинца и диоксида серы, содержащихся в отработавших газах при сжигании 1 т топлива передвижным источником, техническое состояние которого соответствует установленным стандартам.

Плата за **допустимые выбросы** загрязняющих веществ в расчете **на количество передвижных источников** определяется путем умножения норматива платы за единицу

передвижного источника загрязнения на их количество, на коэффициенты индексации платы, экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе и суммирования полученных произведений по типам передвижных источников загрязнения:

$$П_{нтр} = Н_{трj} \cdot N_j \cdot K_{инд} \cdot K_{эатм}, (2)$$

где $П_{нтр}$ – плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ в расчете на количество передвижных источников, р/год;

$Н_{трj}$ – норматив платы за единицу j -того типа передвижного источника загрязнения, р/год (приложение 2);

N_j – количество j -того типа передвижных источников загрязнения;

$K_{инд}$ – коэффициент индексации платы;

$K_{эатм}$ – коэффициент экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе.

Количество единиц j -того типа транспортного средства определяется:

- при исчислении платы за год – как среднее арифметическое число единиц передвижных источников j -того типа, находящихся на балансе природопользователя на начало года и на внутригодовые квартальные даты;
- при исчислении платы за квартал – как среднее арифметическое число единиц передвижных источников загрязнения j -того типа, находящихся на балансе природопользователя на начало и конец квартала.

Плата за **допустимые выбросы загрязняющих** веществ в расчете на **их количество (массу)** определяются путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения при работе и эксплуатации передвижных источников загрязнения в соответствии с установленными техническими стандартами, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ:

$$П_{натм} = C_{натм} \cdot M_{натм} \cdot K_{инд}, (3)$$

(при $M_{натм} < M_{ннатм}$)

где $П_{натм}$ – плата за выбросы ЗВ в размерах, не превышающих допустимые нормативы выбросов, р.;

$C_{натм}$ – ставка платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в границах предельно-допустимых нормативов выбросов, р/т.;

$M_{натм}$ – фактический выброс i -го загрязняющего вещества, т.;

$M_{ннатм}$ – фактический выброс i -го загрязняющего вещества при работе и эксплуатации передвижного источника загрязнения в соответствии со стандартами

$$C_{натм} = H_{бнатм} \cdot K_{эатм}, (4)$$

где $H_{бнатм}$ – базовый норматив платы за выброс 1 т i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы выбросов, р/т.;

$K_{эатм}$ – коэффициент экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе.

Превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ определяются по результатам контроля соответствия передвижных источников загрязнения (транспортных средств) требованиям стандартов, регламентирующих содержание загрязняющих веществ в отработанных газах в условиях эксплуатации.

Контроль соответствия передвижных источников загрязнения требованиям стандартов осуществляется территориальными природоохранными органами и специальными организациями, имеющими разрешение на производство данного типа работ.

Данные о результатах ежеквартальных проверок предоставляются в территориальные природоохранные органы.

Плата за **превышение допустимых выбросов** загрязняющих веществ от передвижных источников загрязнения **в расчете на количество израсходованного топлива** определяется путем умножения соответствующих удельных нормативов платы на средний (дневной, месячный) расход топлива, на коэффициент индексации платы, экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе, на долю не соответствую-

ющих требованиям стандартов передвижных источников загрязнения на период времени превышения допустимых выбросов и суммирования полученных произведений по видам топлива с последующим умножением на пятикратный повышающий коэффициент:

$$P_{\text{снтр}} \cdot Y_e \cdot T_{\text{сред}} \cdot K_{\text{инд}} \cdot K_{\text{эатм}} \cdot d_j \cdot D, (5)$$

где $P_{\text{снтр}}$ – плата за превышение допустимых выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников загрязнения, р.;

$T_{\text{сред}}$ – средний расход е-го типа топлива, т/день (т/месяц);

d_j – доля передвижных источников загрязнения j-того типа, не соответствующих стандартам, которая определяется из соотношения количества передвижных источников загрязнения, не соответствующих требованиям стандартов к проверенному их количеству;

D – период времени превышения допустимых выбросов загрязняющих веществ (дни, месяцы).

Плата за *превышение допустимых выбросов* загрязняющих веществ в расчете *на количество передвижных источников* загрязнения определяется путем умножения норматива платы за единицу передвижного источника загрязнения на их количество, на коэффициенты индексации платы, экологической ситуации и значимости атмосферного воздуха в данном регионе, на долю не соответствующим требованиям стандартов передвижных источников загрязнения, на период времени превышения допустимых выбросов и суммирования полученных произведений по типам передвижных источников загрязнения с последующим умножением на пятикратный повышающий коэффициент:

$$P_{\text{снтр}} = 5 \cdot N_{\text{трj}} \cdot N_j \cdot K_{\text{эатм}} \cdot K_{\text{инд}} \cdot d_j \cdot D, \text{ или} \\ P_{\text{снтр}} = 5 \cdot P_{\text{н транс}} \cdot d_j \cdot D (6)$$

Плата за *превышение допустимых выбросов* загрязняющих веществ в расчете *на их количество (массу)* определяется путем умножения соответствующих ставок платы на величину превышения фактической массы выбросов над допустимой в соответствии с установленными стандартами, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ с последующим умножением на пятикратный повышающий коэффициент:

$$P_{\text{снтр}} = 5 \cdot C_{\text{нiатм}} \cdot (M_{\text{иатм}} - M_{\text{нiатм}}) \cdot K_{\text{инд}}, (7) \\ (\text{при } M_{\text{иатм}} > M_{\text{нiатм}})$$

Общая сумма платы за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками определяется суммированием ее составляющих:

$$P_{\text{тр}} = P_{\text{нтр}} + P_{\text{сн тр.}} (8)$$

В соответствии с постановлением правительства РФ №344 от 12.06.2003 г., нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками рассчитываются только по количеству израсходованного топлива.

Задание 1. На балансе предприятия г. Благовещенска на конец отчетного года числятся транспортные средства, шт.:

легковые автомобили	12
грузовые автомобили с бензиновым ДВС	7
грузовые автомобили с дизельным ДВС	3
автобусы с бензиновым ДВС	3
автобусы с дизельным ДВС	2
строительно-дорожные машины	5
тепловозы грузовые	2
тепловозы маневровые	1

Рассчитать плату за выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников загрязнения.

Нормативы платы даны в приложении 1. При решении задачи заполнить таблицу 1.

Таблица 1 – Плата за выброс загрязняющих веществ от передвижных источников в зависимости от типа источника)

Тип транспортного средства (передвижного источника)	Кол-во, шт	Норматив платы, руб/год	Ставка платы, руб/год	Сумма, руб
Легковые автомобили				
Грузовые автомобили: с бензиновым ДВС с дизельным ДВС				
Автобусы: с бензиновым ДВС с дизельным ДВС				
Строительно-дорожные машины и сельскохозяйственная техника				
Тепловозы: пассажирские грузовые маневровые				
ИТОГО				

Задание 2. Напредприятия, расположенном в рабочем поселке на территории Амурской области суммарный расход топлива за отчетный 2013 год составил, т(м³)

бензин неэтилированный	5
дизельное топливо	
сжатый природный газ	19
керосин	6
сжиженный газ	30

Рассчитать плату за выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников загрязнения. Нормативы платы за 2013 год даны в приложении 2. При решении задач необходимо заполнить таблицу 2.

Таблица 2 – Плата за выброс загрязняющих веществ от передвижных источников (в зависимости от типа топлива)

Вид топлива	Расход топлива, т/год	Норматив платы, руб/т	Ставка платы, руб/год	Сумма, руб
Бензин неэтилированный				
Дизельное топливо				
Сжатый природный газ				
Сжиженный газ				
Керосин				
ИТОГО				

Приложение 1

Плата за выброс загрязняющих веществ от передвижных источников (в зависимости от типа источника) на 2018 год

Тип транспортного средства (передвижного источника)	Норматив платы за загрязнение природной среды за одно транспортное средство, руб/год
Легковые автомобили	2,7
Грузовые автомобили: с бензиновым ДВС с дизельным ДВС	4,0 2,5
Автобусы: с бензиновым ДВС с дизельным ДВС	4,0 2,5
Строительно-дорожные машины и сельскохозяйственная техника	0,5

Тепловозы:	
пассажирские	16,2
грузовые	21,4
маневровые	2,5

Приложение 2

Вид топлива	Единица измерения	Норматив платы за 1 единицу измерения
Бензин неэтилированный	тонна	1,3
Дизельное топливо	тонна	2,5
Керосин	тонна	2,5
Сжатый природный газ	тыс. куб. метров	1,2
Сжиженный газ	тонна	1,2

10. Расчет экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленным предприятием

Укрупненный метод оценки экологического ущерба от загрязнения атмосферы основан на использовании в расчетах удельных величин ущерба на единицу выбросов загрязняющих веществ, а также приведенной массы выбросов в год и ряда факторов, характеризующих вредность выбросов.

Экологическая оценка ущерба Y_A , р./год, причиняемого выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, для любого источника определяется по формуле

$$Y_A = g \cdot \sigma_P \cdot f \cdot M, (48)$$

где g – удельный экологический ущерб от выброса 1 т вредных веществ в атмосферу, численное значение которого равно 192 р./усл. т в ценах 2018 г.; σ_P – расчетный показатель, характеризующий относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха; f – коэффициент, учитывающий характер рассеивания вещества в атмосфере; M – приведенная масса годового выброса загрязнения из источника, усл.т/год;

$$\sigma_P = \frac{S_1\sigma_1 + S_2\sigma_2 + \dots + S_n\sigma_n}{S}, (49)$$

где S – общая площадь зоны загрязнения, км²; S_i – площадь загрязнения территории соответственно населенных пунктов, предприятий, зон отдыха и т.д., км², $S_i = S_i / 100$; K_i – доля загрязнения от общей зоны загрязнения, %; s_i – показатель относительной опасности загрязнения атмосферы в зависимости от территории (табл. 25).

Таблица 25

Типы территорий	σ_i
Курорты, санатории, заповедники	10
Природные зоны отдыха, садовые и дачные участки	8
Населенные места с плотностью населения	(0,1га/чел.)·

n чел./га	n
Территории промышленных предприятий	4
Пашни	0,25
Сады	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05
Леса 1-ой группы	0,2
Леса 2-ой группы	0,1
Водоемы	0,025

Коэффициент характера рассеивания примесей в атмосфере f определяется следующим образом:

– для газообразных примесей и мелкодисперсных частиц со скоростью оседания меньше 1 см/с

$$f = \left(\frac{100}{100 + \varphi H} \right)^2 \left(\frac{4}{1 + U_B} \right); \quad (50)$$

– для частиц, оседающих со скоростью 1–20 см/с (частицы золы, сажи),

$$f = \left(\frac{100}{100 + \varphi H} \right) \frac{4}{1 + U_B}, \quad (51)$$

где H – геометрическая высота устья источника выброса, м; U_B – среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера, м/с (если таковая неизвестна $U_B = 3$ м/с; допускается при расчете использовать величину опасной скорости ветра на уровне 10 м от земли, рассчитанной в предыдущем задании по формулам (36)–(38); j – поправка на тепловой объем факела выброса в атмосферу,

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75}, \quad (52)$$

где ΔT – среднегодовое значение разности температур в устье источника и окружающей среде, °С;

– для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 см/с, $f = 10$.

Если значение f для разных видов загрязнений (газы, твердые частицы), выбрасываемых одним источником, различны, то оценка ущерба U_A рассчитывается по каждому виду загрязняющих веществ, а затем суммируется.

Значение приведенной массы M , усл.т/год, годового выброса суммарных загрязнений в атмосферу определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n A_i m_i, \quad (53)$$

где A_i – показатель относительной опасности примеси i -го вида,

$$A_i = \frac{1}{ПДК_{СС,i}}, \quad (54)$$

Значение $ПДК_{СС,i}$ взять из табл. 21, в случае отсутствия такого показателя для расчета использовать $ПДК_{МР,i}$; m_i – масса годового выброса примеси i -го вида в атмосферу, т/год (см. формулу (25), при расчете массу в г/с перевести в т/год) по формуле

$$m_i = \frac{C_{\max,i} \cdot V \cdot \tau}{10^9}, \quad (55)$$

τ – время работы установки в год, с/год.

Задание

Оценить экологический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами котельной (сажа), сравнить с величиной платы за выброс.

Исходные данные:

- 1) среднегодовая температура наружного воздуха -5°C ;
- 2) средняя температура выбрасываемой газовой смеси $\gg 200^\circ\text{C}$;
- 3) высота трубы котельной 15 м;
- 4) фактический выброс сажи 18,3 т/год;
- 5) среднегодовой модуль скорости ветра 0,585 м/с;
- 6) общая зона загрязнения 20 км², из них территория предприятия – 40 %, населенный пункт – 40 %, лес – 20 %;
- 7) принять, что частицы сажи оседают со скоростью 1-20 см/с.

Решение. Экологическую оценку ущерба, причиняемого выбросами сажи в атмосферу определим по формуле (48):

$$g = 192,0 \text{ р./усл. т};$$

s_p рассчитываем по формуле (49), дополнительные данные берем из табл. 25:

$$\sigma_p = \frac{20 \cdot 0,4 \cdot 4 + 20 \cdot 0,4 \cdot 8 + 20 \cdot 0,2 \cdot 8}{20} = \frac{32 + 64 + 32}{20} = 6,4$$

Коэффициент f , учитывающий характер рассеивания сажи в атмосфере, определяем по формуле (51), исходя из данных задания; j – поправку на тепловой объем факела выброса – рассчитываем по формуле (52):

$$\varphi = 1 + \frac{200 - (-5)}{75} = 1 + \frac{205}{75} = 3,73;$$

$$f = \left(\frac{100}{100 + 3,73 \cdot 15} \right)^2 \frac{4}{1 + 0,585} = 1,62;$$

M – приведенную массу годового выброса сажи в атмосферу – рассчитываем по формуле (53):

$$A_{\text{сажи}} = \frac{1}{ПДК_{СС, \text{сажи}}} = \frac{1}{0,05}.$$

Значение $ПДК_{СС, \text{сажи}}$ берем из табл. 2 Практическая работа №4.

$$M = \frac{1}{0,05} 18,3 = 366 \text{ усл.т/год};$$

$$U_A = 192 \times 6,4 \times 1,62 \times 366 = 728580,1 \text{ р./год.}$$

Если сравнить U_A с величиной платы за выброс (см. п. 2.2.3), $П = 18\,129,66$ р./год, то очевидно, что экологический ущерб, причиняемый окружающей среде, несравнимо выше, чем плата предприятия за вредные выбросы в атмосферу.

Задание

1. Согласно варианту (табл. 26) оценить экологический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами конкретного источника, сравнить его величину с фактической платой за выброс

Примечания: 1. Если в качестве загрязнителей рассматриваются вещества с различной скоростью осаждения (газ, твердые частицы) U_A рассчитать отдельно по каждому веществу, а затем суммировать.

2. Для упрощения процесса расчета варианты для расчетного задания выполнять соответственно варианту задания по п. 2.2.4 (расчет предельно-допустимых выбросов в атмосферу от горячих источников, определение платы за выброс); 2.3.5 (расчет приземных концентраций вредных веществ, определение опасной скорости ветра и пр.). Значения $ПДК_{СС, i}$ взять из табл. 2 Практическая работа 4. Значение $m_{\text{факт.}i}$ пересчитать по формуле (54).

3. Для всех вариантов заданий значения: $m_{\text{факт.}i}$, H , ΔT , t , $П$, U_B взять по результатам расчетов соответствующего варианта практической №4, если расчеты не проводились, U_B принять равной 3 м/с.

Таблица 26 Варианты заданий для самостоятельной работы

№ варианта	Источник загрязнения	Виды загрязняющих веществ	Скорость осаждения вещества в атмосфере, см/с	Площадь зоны загрязнения S , км ²	K , %
1	Котельная вагонного депо	SO ₂ , CO	<1	250	Территория предприятия – 50 %, населенные пункты – 20 %, заповедник – 30 %

2	Котельная локомотиворемонтного завода	СО, гексан	<1	120	Территория предприятия – 30 %, населенный пункт – 70 %
3	Котельная ППС	Циклогексан, сажа (С)	< 11-20	200	Территория предприятия – 50 %, населенный пункт – 50 %
4	Котельная вагонного депо	Пентан СО	<1	360	Территория предприятия – 30 %, населенный пункт – 30 %, лес – 40 %
5	Локомотивное депо (маневровые тепловозы) 3 шт.	NO ₂ , Сажа	< 11-20	180	Территория предприятия – 80 %, населенный пункт – 20 %
6	Локомотивное депо (реостатная установка 300 тепл. секций в год)	NO ₂ , бензпирен	<1	120	Территория предприятия – 70 %, населенный пункт – 20 %, лес – 10 %
7	Локомотивное депо (реостатная установка 200 тепл. секций в год)	Ацетальдегид, СО	<1	150	Территория предприятия – 50 %, населенный пункт – 30 %, лес – 20 %
8	Локомотивное депо (реостатная установка 250 тепл. секций в год)	NO ₂ , Муравьиный альдегид	<1	260	Территория предприятия – 60 %, населенный пункт – 30 %, лес – 10 %
9	Локомотивное депо (реостатная установка 250 тепл. секций в год)	Диметилсульфид, углеводороды	<1	200	Территория предприятия – 40 %, населенный пункт – 40 %, заповедник – 20 %
10	Котельная локомотивного депо	Углеводороды, сажа (С)	<1 >20	180	Территория предприятия – 50 %, населенный пункт – 40 %, лес – 10 %
11	Локомотиворемонтный завод (4 маневр. тепловоза)	Бензпирен, циклогексан	<1	220	Территория предприятия – 70 %, населенный пункт – 30 %
12	Локомотиворемонтный завод (4 маневр. тепловоза)	Углеводороды, NO ₂	<1	240	Территория предприятия – 70 %, населенный пункт – 30 %
13	Котельная локомотиворемонтного	SO ₂ , сажа (С)	<11-20	250	Территория предприятия – 40 %,

	завода				населенный пункт – 50 %, лес – 10 %
14	Котельная локомотиво-ремонтного завода	Сажа (С), диметил-сульфид	>20 <1	400	Территория предприятия – 40 %, населенный пункт – 40 %, заповедник – 20 %

11. Оценка загрязнения атмосферного воздуха города

Цель работы ознакомить студентов с расчетом критериев, позволяющих оценить качество атмосферного воздуха города.

Оценить уровень загрязнения атмосферы города — значит сравнить его с диапазоном изменения для других городов или критериями качества атмосферного воздуха. По действующему экологическому законодательству в Российской Федерации степень загрязнения определяется путем сравнения средних и максимальных значений концентрации со стандартными качества атмосферного воздуха – предельно допустимой концентрацией (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – это максимальная концентрация, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при регламентированной повторяемости (вероятности) ее появления, не оказывает в течение всей жизни человека и его потомства прямого или косвенного негативного воздействия, не ухудшает его работоспособность, самочувствие.

Для атмосферного воздуха территорий устанавливают:

- $ПДК_{с.с.}$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, $мг/м^3$; эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном воздействии;

- $ПДК_{м.р.}$ – предельно допустимая максимальнo-разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, $мг/м^3$; при вдыхании в течении 20-30 минут она не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

Все вредные примеси в зависимости от влияния на здоровье разделены на 4 класса опасности: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – опасные; 3 – умеренно опасные; 4 – относительно безвредные.

При оценке действия веществ на атмосферу используется понятие **уровня загрязнения (кратности превышения ПДК)**. Кратность превышения ПДК – это отношение фактической концентрации химического вещества в атмосферном воздухе C_i , $мг/м^3$ к величине, соответствующей $ПДК_{м.р.}$, $мг/м^3$:

$$X_i = \frac{C_i}{ПДК_{м.р.}}. \quad (28)$$

Для сравнительной оценки загрязненности отдельных районов города (города в целом), установления их пригодности по уровню загрязнения, тенденций загрязнения, выявления веществ, которые вносят наибольший вклад в загрязнения атмосферы, ответственных за это загрязнение отраслей промышленности или предприятий используется **комплексный индекс загрязнения атмосферы**.

В основу расчета комплексного индекса входят следующие положения:

1. Опасность воздействия на здоровье человека отдельных вредных веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, по мере увеличения превышения ПДК возрастает различно в зависимости от класса опасности вещества. В соответствии с этим степень загряз-

ненности атмосферы одним веществом выражается в общем виде единичным (парциальным) индексом загрязнения:

$$Y_i = \left(\frac{C_i}{ПДК_{с.с.i}}\right)^{N_i}, \quad (29)$$

где N_i – константа, зависящая от класса опасности вредного вещества (табл.1).

Таблица 1

Класс опасности вещества	1	2	3	4
Значение N_i	1,7	1,3	1,0	0,9

2. Степень загрязненности атмосферы несколькими веществами выражается через комплексный индекс загрязнения:

$$Y_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m Y_i = \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_i}{ПДК_{с.с.i}}\right)^{N_i}, \quad (30)$$

где m – число вредных веществ, учитываемых в комплексном индексе загрязнения.

Для сопоставимости загрязнения атмосферы районов города, городов несколькими веществами комплексные индексы загрязнения Y_{Σ} должны быть рассчитаны для одинакового количества примесей m .

На практике обычно комплексный индекс загрязнения рассчитывается для пяти веществ ($m=5$), у которых значения парциальных индексов загрязнения наибольшие ($Y_i \rightarrow \max$). Это показатель ИЗА₅ (индекс загрязнения атмосферы по пяти). По значениям ИЗА₅ города делятся на группы, приведенные в таблице 9.

Таблица – 9

Значение ИЗА ₅	Уровень загрязнения города
ИЗА ₅ < 7	Низкий уровень загрязнения
7 < ИЗА ₅ < 11	Повышенный уровень загрязнения
11 < ИЗА ₅ < 14	Высокий уровень загрязнения
ИЗА ₅ > 14	Весьма высокий уровень загрязнения

ИЗА₅ используется для составления ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (приоритетный список городов).

Для комплексной оценки химических факторов воздушной среды городов в качестве весовых коэффициентов предложено использовать классы опасности веществ в несколько ином виде:

$$K = \sum_{i=1}^m K_i = \sum_{i=1}^m (p_i \cdot X_i), \quad (31)$$

где p_i – параметр, зависящий также от класса опасности вредного вещества (q_i), $p_i = 1/q_i$ (табл. 10).

Таблица – 10

Класс опасности вещества	1	2	3	4
Значение p_i	1	0,5	0,333	0,25

Задания по работе

В соответствии с данными варианта (таблица 13) рассчитать следующие величины:

- 1) единичные (парциальные) индексы загрязнения;
- 2) выбрать 5 наибольших значений единичных индексов загрязнения и рассчитать ИЗА₅ для города;
- 3) определить уровень загрязнения города;
- 4) рассчитать коэффициент K .

Результаты свести в таблицу 11.

Таблица – 11

№ п/п	Загрязняющее вещество	У _i	ИЗА ₅	Х _i	К _i	К

Таблица – 12 Исходные данные для выполнения работы

№ п/п	Загрязняющее вещество	Класс опас- ности	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³
1	Диоксид азота	2	0,085	0,04
2	Диоксид серы	3	0,5	0,05
3	Сажа	3	0,15	0,05
4	Ацетон	4	0,35	0,35
5	Сероводород	2	0,008	0,008
6	Марганец и его соединения	2	0,01	0,001
7	Серная кислота	2	0,3	0,1
8	Фурфурол	3	0,08	0,04
9	Фенол	2	0,01	0,01
10	Хром и его соедин-я	1	-	0,0015
11	Ртуть	1	0,5	0,0003
12	Азотная кислота	2	0,4	0,15
13	Оксид углерода	4	5,0	3,0

Таблица – 13 Фактическая концентрация загрязняющих веществ, мг/м³

№ вар.	Среднегодовая концентрация С, мг/м ³												
	SO ₂	Оксид	NO ₂	Сажа	Hg	Фенол	H ₂ S	Фурфу- рол	C _{Г+6}	H ₂ SO ₄	HNO ₃	MnO ₂	Ацетон
1	0,08	6	0,2	0,15	0,0005					0,2		0,003	0,45
2	0,1	8	0,19	0,16		0,008			0,0025		0,15		
3	0,03	6	0,08	0,17			0,008			0,13			0,40
4	0,04	3	0,17	0,18	0,0007				0,0035		0,2		
5	0,05	7	0,16	0,19				0,14		0,08		0,002	
6	0,06	6	0,15	0,20			0,015				0,25		
7	0,09	8	0,14	0,21		0,011				0,1			0,35
8	0,1	4	0,13	0,22			0,021		0,005		0,12		
9	0,11	2	0,12	0,13	0,001					0,3		0,004	
10	0,12	6	0,11	0,11				0,09			0,3		0,2
11	0,13	8	0,10	0,09		0,01			0,003				0,30
12	0,14	4	0,09	0,1			0,013		0,004				
13	0,05	2	0,08	0,08	0,0002			0,08			0,25		
14	0,06	6	0,07	0,22		0,023				0,15			0,25
15	0,17	4	0,06	0,25			0,005				0,5		
16	0,08	5	0,05	0,21				0,10	0,001			0,001	
17	0,19	4	0,04	0,05		0,009					0,1		0,38
18	0,08	6	0,03	0,20	0,0004		0,013			0,22			
19	0,09	8	0,07	0,11				0,11	0,002			0,007	
20	0,10	4	0,08	0,08		0,012					0,13		0,28

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- характеристики ЗВ;
- результаты промежуточных расчетов;
- конечные результаты;
- заполненную таблицу 11.

Отчет завершить выводами.

12. Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов

Под загрязнением окружающей среды понимают антропогенно обусловленные поступления в нее вещества и энергии, приводящие к ухудшению ее состояния с точки зрения социально-экономических интересов общества.

Под экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, понимают выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые народному хозяйству загрязнением окружающей среды, и дополнительные затраты на компенсацию этих убытков. Экономический ущерб от загрязнения среды является комплексной величиной и складывается из ущербов, наносимых отдельным видам реципиентов в пределах зоны активного загрязнения. В качестве основных реципиентов рассматриваются: 1) население, 2) объекты жилищно-коммунального хозяйства, 3) сельскохозяйственные угодья, 4) лесные ресурсы, 5) рыбные ресурсы, 6) основные фонды.

Для определения ущерба используют как метод прямого счета, который требует множества исходных данных, получаемых путем инженерно-экономического обследования предприятия и зоны его влияния, так и метод укрупненного счета. В настоящей работе применяется второй метод.

Полный годовой экономический ущерб Y (рубли) от загрязнения определяется по формуле

$$Y = Y_{уд} \cdot b \cdot Q, \quad (18)$$

где $Y_{уд}$ - удельный ущерб от загрязнения окружающей среды на единицу выбросов, р./т;

b - масса выбросов на единицу продукции, т/т;

Q - годовой выпуск продукции, т (например, металла - Ом).

Для отдельного предприятия экономический ущерб рассчитывается по формуле

$$Y_{пр} = Y_{атм.} \cdot k_1 + Y_{в.} \cdot k_2 + Y_{зем.} \cdot k_3 + Y_{н.} \cdot k_4 \quad (19)$$

где $Y_{пр}$ - экономический ущерб от всех видов загрязнения, поступающих в природную среду от предприятия (или отдельного источника), р./год;

$Y_{атм.}$ - удельный экономический ущерб, причиняемый годовым выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух, р./год;

$Y_{в.}$ - удельный экономический ущерб, причиняемый годовым сбросом загрязняющих веществ в водоемы, р./год;

$Y_{зем.}$ - удельный экономический ущерб от годового нарушения в загрязнении земельных ресурсов, р./год;

$Y_{н.}$ - удельный экономический ущерб от годового нарушения и загрязнения недр, р./год;

k_1, k_2, k_3, k_4 - поправочные коэффициенты на степень достоверности укрупненного метода; определяются в каждой из сфер природоохранной деятельности как соотношение между показателем ущерба, определенного методом укрупненного счета, и показателем ущерба, определенного методом прямого счета.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферы

Экономическая оценка методом укрупненного счета удельного ущерба $Y_{\text{атм.}}$ (р./год), причиняемого выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух, для всякого источника определяется по формуле

$$Y_{\text{атм.}} = \gamma \cdot \sigma \sum_{i=1}^N (f_i \cdot M_i^*) \quad (20)$$

где γ - константа, численное значение которой равно 0,24 р./условная т (эта константа может меняться в зависимости от изменения цен);

σ - коэффициент относительной опасности, зависящий от типа загрязняемой территории (σ определяется в соответствии с пунктом 4.2 описания настоящей работы);

f_i - безразмерный множитель, учитывающий характер рассеивания загрязняющего вещества i -го вида в атмосфере (f_i определяется согласно пункту 4.3 описания);

M_i^* - приведенная масса годового выброса загрязняющего вещества

i -го вида, условная т/год (M_i^* определяется в соответствии с пунктом 4.4 описания).

N - количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ.

Определение σ

Величина σ определяется по таблице и зависит от размеров и типа зоны активного загрязнения (ЗАЗ). Если ЗАЗ неоднородна и состоит из территорий различного типа, которым по таблице 6 соответствуют разные значения σ , то фактическое (полное) σ вычисляется по формуле

$$\sigma = (1/W_{\text{ЗАЗ}}) \sum_{j=1}^L (W_j \cdot \sigma_j) \quad (21)$$

где $W_{\text{ЗАЗ}}$ - общая площадь ЗАЗ, га;

W_j - площадь той части ЗАЗ, га;

L - количество типов территорий, попавших в ЗАЗ.

Определение f_i

f_i - поправка, учитывающая характер рассеивания загрязняющего вещества i -го вида в атмосфере.

величина зависит от скорости оседания частиц, высоты их выбросов от поверхности земли, температуры выбрасываемой газоаэрозольной смеси.

а) Для газообразных загрязняющих веществ, и легких мелкодисперсных веществ со скоростью оседания менее 1см/с (акролеин, аммиак, диоксид серы, окислы азота, окислы углерода, фенол, формальдегид и др.)

$$f_i = 4(1 + u)^{-1} \cdot 100 (100 + z \cdot H)^{-1} \quad (22)$$

где H - геометрическая высота источника выбросов, м;

z - скорость ветра, м/с (если значение и неизвестно, то принимают $u=3$ м/с);

z - поправка на тепловой подъем факела выброса в атмосфере, которая рассчитывается по формуле:

$$z = 1 + \Delta T/75, \quad (23)$$

где ΔT - разность между температурой в устье источника и средней температурой атмосферного воздуха в самое жаркое время года (для города Благовещенска = 21,4°C; информацию о характеристиках источника выбросов следует взять из описания практической работы № 1).

б) Для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 см/с (ацетон, металлы, их окислы и др.)

$$f_i = 4(1+u)^{-1} \cdot [1000 / (60 + z \cdot H)]^{1/2} \quad (24)$$

в) Для частиц, оседающих со скоростью выше 20 см/с (зола, пыль, сажа и др.)

$$f_i = 10 \quad (25)$$

Определение M_i^*

Приведенная масса годового выброса загрязняющего вещества i -го вида в атмосферу M_i^* определяется по формуле

$$M_i^* = a_i \cdot m_i \quad (26)$$

где a_i - безразмерный показатель относительной агрессивности загрязняющего i -го вида рассчитывается по формуле

$$a_i = \text{ПДК}(\text{CO}_2) / \text{ПДК}_i; \quad (27)$$

m_i - масса годового выброса загрязняющего вещества i -го вида в атмосферу, т/год;
ПДК (CO_2) - предельно допустимая среднесуточная концентрация CO_2 в атмосфере, принимаемая за эталон и равная 3 мг/м³;

ПДК _{i} - предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества i -го вида в атмосфере (см. таблицу ПДКс.с. вредных веществ в описании практической работы № 1).

Задание по работе

1. Для Вашего предприятия рассчитать экономический ущерб, причиняемый выбросами в атмосферу загрязняющих веществ.
2. При выполнении расчета считать, что указанное предприятие расположено на территории г. Благовещенска.
3. Представить отчет по работе.

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо привести следующие данные:

- номер варианта с указанием названия предприятия;
- результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой; конечные результаты в виде двух таблиц: первая характеризует г. Благовещенск с помощью проведенных расчетов, вторая - указанное предприятие.

Таблица 5 Характеристики г. Благовещенска

Характеристика	Числовое значение
Количество жителей	278 000 человек
Общая площадь	360 км ²
Типы территорий:	в % от общей площади
населенные места	40,2
территории пром. предприятий	9,5
пашни (на приусад. участках)	16,0
леса 1-й группы	11,0
леса 2-й группы	15,0
водоемы	8,3

Таблица 6. Значения σ_i от типа территории

Типы территорий	σ_i
Курорты, санатории, заповедники	10
Природные зоны отдыха, садовые и дачные участки	8
Населенные места с плотностью населения n чел./га	$(0,1\text{га/чел.}) \cdot n$
Территории промышленных предприятий	4
Пашни	0,25
Сады	0,5
Пастбища, сенокосы	0,05
Леса 1-ой группы	0,2
Леса 2-ой группы	0,1
Водоемы	0,025

13. Интегральная и комплексная оценка качества воды

При наличии результатов химических анализов *по достаточному количеству показателей* можно определить классы качества воды, которые являются интегральной характеристикой загрязненности поверхностных вод. Классы качества определяются по **индексу загрязненности воды (ИЗВ)**, который рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле:

$$ИЗВ = \frac{\sum \frac{C_i}{ПДК_i}}{6}, (1)$$

где C_i – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (при гидрохимическом мониторинге это среднее значение за год);

ПДК_{*i*} – предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества;

6 – число показателей, берущихся для расчета.

Значение ИЗВ рассчитывают для каждого пункта отбора проб (створа). Далее по табл. 1 в зависимости от значения ИЗВ определяют класс качества воды.

Таблица 1 – Характеристика интегральной оценки качества воды

ИЗВ	Класс качества воды	Оценка качества (характеристика) воды
Менее и равно 0,2	I	Очень чистые
Более 0,2 - 1	II	Чистые
Более 1 - 2	III	Умеренно загрязненные
Более 2 - 4		

В число 6 основных, так называемых «лимитируемых» показателей, входят значения 4 ингредиентов, являющихся для данного водоема (воды) наиболее неблагоприятными, или которые имеют наибольшие приведенные концентрации (отношение $C/ПДК$). Такими показателями, по опыту гидрохимического мониторинга водоемов, нередко бывают следующие: содержание нитратов, нитритов, аммонийного азота, тяжелых металлов – меди, марганца, кадмия и др., фенолов, пестицидов, нефтепродуктов, СПАВ и т.д. Для каждого из четырех выбранных показателей определяют индекс загрязненности воды по формуле:

$$ИЗВ = C_i/ПДК_i (2)$$

При расчете ИЗВ, в обязательном порядке, входят также значения еще 2 показателей – концентрация растворенного кислорода и значение БПК₅, для которых индекс загрязненности воды рассчитывают по другой формуле:

$$ИЗВ = ПДК_i/C_i (3)$$

Задание 1. Известен химический состав воды реки Амур за период с 2017 – 2019 годы (табл. 2). Рассчитать ИЗВ и определить класс качества водного объекта за исследуе-

мый период времени, заполнив таблицу 3. Сделать вывод об экологическом состоянии реки за данный период времени.

Таблица – 2 Среднегодовые значения химического состава р. Амур

Наименование ингредиентов	2007 год	2018 год	2019 год	ПДК, мг/л
Водородный показатель, pH	7,23	7,39	6,77	6,5 – 8,5
Растворенный кислород	5,01	5,8	5,65	6,0
Взвешенные вещества	9,46	9,68	15,9	9,5
БПК ₅	3,02	2,86	2,91	2,0
Ион аммония	0,149	0,255	0,424	0,5
Нитриты	0,071	0,102	0,157	0,08
Фосфаты	0,587	0,575	0,418	0,6
Нефтепродукты	0,07	0,09	0,12	0,05
СПАВ	0,035	0,03	0,053	0,1
Железо (общ)	0,166	0,168	0,169	0,1
Хром (общ)	0,005	0,005	0,005	0,005
Медь	0,0017	0,002	0,0024	0,001
Цинк	0,016	0,015	0,017	0,01
Никель	0,004	0,004	0,004	0,01
Хлориды	137,5	122,8	73,1	300,0
Сульфаты	60,7	58,7	22,8	100,0
Жиры	0,10	0,20	0,8	0,08
Хром (VI)	0,005	0,005	0,005	0,02
Нитраты	32,4	38,2	28,3	40,0

Таблица 3 – Расчет ИЗВ за период с 2017 – 2019 гг.

Годы	ИЗВ	Класс качества воды	Оценка качества (характеристика) воды
2017			
2018			
2019			

14. Расчет необходимой степени очистки сточных вод

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды в расчетном створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны удовлетворять нормативным требованиям. В качестве норматива используется ПДК.

Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделяются по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ)/ Принадлежность веществ к одному и тому же ЛПВ предполагает суммацию действия этих веществ на водный объект.

Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования используют три вида ЛПВ: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

При сбросе сточных вод в водные объекты необходимо, чтобы вода водного объекта удовлетворяла санитарным требованиям в соответствии с неравенством

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1, (1)$$

где C_i – концентрация i -х загрязняющих веществ в водоеме, относящихся к одному и тому же ЛПВ; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества; m – количество загрязняющих веществ с одинаковым ЛПВ.

Концентрация растворенного i -го загрязнителя в очищенных сточных водах должна удовлетворять условию

$$C_{оч.i} \leq n(C_i - C_{ф.i}) + C_{ф.i}, (2)$$

где $C_{оч.i}$ – концентрация i -го загрязнителя в очищенных сточных водах; $C_{ф.i}$ – фоновая концентрация i -го загрязнителя в водоеме до сброса; n – кратность разбавления сточных вод.

Степень очистки сточных вод определяется по уравнению

$$\mathcal{E}_i = \frac{C_{ис.i} - C_{оч.i}}{C_{ис.i}} 100\%,$$

где $C_{ис.i}$ – исходная концентрация i -го загрязнителя в сточных водах до очистки.

Выразим концентрацию i -го вещества в очищенной воде

$$C_{оч.i} = C_{ис.i} \left(1 - \frac{\mathcal{E}_i}{100}\right). \quad (4)$$

Приравнивая правые части уравнений (2) и (4) и выразив концентрацию C_i , получим соотношение для определения максимально допустимой концентрации в водоеме с учетом степени разбавления и эффективности очистки:

$$C_i = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{\mathcal{E}_i}{100}\right) C_{ис.i} + \frac{n-1}{n} C_{ф.i}. \quad (5)$$

Подставив (5) в (1) и выразив эффективность \mathcal{E}_i получим уравнение для расчета необходимой степени очистки сточных вод:

$$\mathcal{E}_i = \left[1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{ф.i}}{ПДК_i}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{C_{ис.i}}{ПДК_i}} \right] 100.$$

Задания

1. Определите необходимую степень очистки производственных сточных вод от вредных веществ, если в сточных водах содержится следующие загрязнители:

$$C_{ис.Ni} = 1,15 \text{ мг/л}, C_{ис.Mo} = 1,1 \text{ мг/л}, C_{ис.As} = 0,6 \text{ мг/л}.$$

Кратность разбавления сточных вод равна 65. Вода до места сброса характеризуется следующими показателями:

$$C_{ф.Ni} = 0,003 \text{ мг/л}, C_{ф.Mo} = 0,0005 \text{ мг/л}, C_{ф.As} = 0,002 \text{ мг/л}.$$

ПДК указанных веществ:

$$ПДК_{Ni} = 0,01 \text{ мг/л}, ПДК_{Mo} = 0,001 \text{ мг/л}, ПДК_{As} = 0,05 \text{ мг/л}.$$

2. На заводе сточные воды, содержащие $C_{ис.Ni} = 1,35 \text{ мг/л}$, $C_{ис.Mo} = 1,1 \text{ мг/л}$, $C_{ис.As} = 0,7 \text{ мг/л}$, пропускают через очистные сооружения, достигается 60% степени очистки. После очистки сточные воды сбрасывают в водоем. Кратность разбавления $n=65$. Фоновые концентрации в воде этих веществ $C_{ф.Ni} = 0,001 \text{ мг/л}$, $C_{ф.Mo} = 0,2 \text{ мг/л}$, $C_{ф.As} = 0,002 \text{ мг/л}$. Предельно допустимые концентрации $ПДК_{Ni} = 0,1 \text{ мг/л}$, $ПДК_{Mo} = 0,5 \text{ мг/л}$, $ПДК_{As} = 0,05 \text{ мг/л}$. Определить, соответствует ли санитарным нормам вода в водоеме после сброса очищенных сточных вод.

3. Сточные воды механического цеха машиностроительного завода сбрасывают в водоём хозяйственно-бытового и культурно-бытового водопользования. Степень очистки сточных вод 30%. Кратность разбавления $n=60$. Состав сточных вод, фоновые и исходные концентрации приведены в таблице.

ЗВ	ПДК, мг/м ³	Группа ЛПВ	$C_{ф.i}$, мг/м ³	$C_{ис.i}$, мг/м ³
----	------------------------	------------	-------------------------------	--------------------------------

Минеральные масла	0,1	орг.	0,003	30
Аммиак	1,5 (по азоту)	орг.	0,01	3
Хлориды	350	орг.	0,1	400
Натрий	200	с.-т.	0,8	300

Определить, соответствует ли санитарным нормам вода в водоеме после сброса очищенных сточных вод. Если не соответствует, определите необходимую степень очистки. Предложить способы очистки сточных вод.

15. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем

Плата за сбросы загрязняющих веществ ($\Pi_{\text{н вод}}$), в размерах, *не превышающих* установленные природопользователю *допустимые нормативы сбросов*, определяются путем умножения соответствующих ставок платы на величину загрязнения, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

$$\Pi_{\text{н вод}} = K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{нi вод}} \cdot M_{\text{i вод}}, (1)$$

где $K_{\text{инд}}$ – коэффициент индексации;

$C_{\text{нi вод}}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i -того загрязняющего вещества, руб/т;

$M_{\text{i вод}}$ – фактический сброс i -того загрязняющего вещества, т.

$$C_{\text{нi вод}} = H_{\text{б нi вод}} \cdot K_{\text{э вод}}, (2)$$

где $H_{\text{б нi вод}}$ – базовый норматив платы за сброс 1 тонны i -того загрязняющего вещества в размерах, не превышающих предельно допустимые нормативы сбросов, руб/т

$K_{\text{э вод}}$ – коэффициент экологической ситуации, равный 1 для водных объектов Амурской области.

Плата за сбросы загрязняющих веществ *в пределах установленных лимитов* ($\Pi_{\text{л вод}}$) определяется путем умножения соответствующих ставок на разницу между лимитным и предельно допустимым сбросами загрязняющих веществ, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ.

$$\Pi_{\text{л вод}} = K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{ли вод}} \cdot (M_{\text{ли вод}} - M_{\text{ни вод}}), (3)$$

где $\Pi_{\text{л вод}}$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов, руб/т;

$C_{\text{ли вод}}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i -того загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов, руб/т;

$M_{\text{ни вод}}$ – предельно допустимый сброс i -того загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{ли вод}}$ – сброс i -того загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, т.

$$C_{\text{ли вод}} = H_{\text{б ли вод}} \cdot K_{\text{э вод}}, (4)$$

где $H_{\text{б ли вод}}$ – базовый норматив платы за сброс 1 тонны i -того загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб/т.

Плата за *сверхлимитный сброс* загрязняющих веществ ($\Pi_{\text{сл вод}}$), руб, определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы сбросов над установленными лимитами, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ с последующим умножением этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

$$П_{сл\ вод} = 5 \cdot K_{инд} \cdot C_{ли\ вод} \cdot (M_{и\ вод} - M_{ли\ вод}), (5)$$

где $П_{сл\ вод}$ – плата за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ, руб.

Общая плата за загрязнение водных объектов ($П_{вод}$), руб, определяется путем суммирования ее составляющих:

$$П_{сл\ вод} = П_{н\ вод} + П_{л\ вод} + П_{сл\ вод} (6)$$

Задание 1. Рассчитать общую плату за загрязнение водного объекта по имеющимся данным на 2018 г., приведенным в таблице 1, и заполнить ее необходимыми расчетами. Нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты найти в нормативном акте (постановление Правительства РФ № 344 от 12.06.2003 г.).

Таблица 1 – Расчет платы за загрязнение водного объекта по фактическим загрязнениям на 2018 г.

Наименование ЗВ	Всего по факту	ПДС	Лимиты ВСС	Сверх-лимиты	Плата за ПДС, руб	Плата за ВСС, руб	Плата за сверхлимит, руб
	т/год	т/год	т/год	т/год			
Взвеш. ве-ва	163,056	153,1968	-	9,8592			
Хлориды	1231,6416	1193,7671	-	37,8745			
Фториды	5,53632	2,38138	-	3,15494			
БПК _{пол}	148,6464	45,504	103,1424	-			
СПАВ	0,68256	0,68256	-	-			
Медь	0,06067	0,0455	-	0,01517			
Цинк	0,19718	0,15168	0,0455	-			
Железо	2,10835	1,36512	-	0,74323			
Нефтепродукт	1,5168	0,7584	0,7584	-			
Фосфаты	11,22432	11,22432	-	-			
Азот аммонийный	92,82816	5,91552	86,91264	-			
Азот нитритов	1,06176	0,30336	0,7584	-			
Азот нитратов	28,21248	20,58298	-	7,6295			

Всего плата по норме –

Всего плата за ВСС –

Всего плата сверх нормы –

Сумма к оплате –

16. Гигиеническая оценка почв населенных пунктов

Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по двум показателям: коэффициенту концентрации отдельного химического вещества K_c и

суммарному показателю загрязнения Z_c при наличии в почве нескольких загрязняющих компонентов.

Коэффициент концентрации химического вещества определяется отношением

$$K_c = \frac{c}{c_\phi}, \quad (3.2)$$

где C – реальная концентрация данного химического вещества в почве, мг/кг;

C_ϕ – фоновая концентрация в почве данного вещества, мг/кг.

Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций, загрязняющих почву химических элементов и выражается следующей формулой:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1), \quad (3.3)$$

где n – число учитываемых химических элементов.

Оценка опасности загрязнения почв по найденному суммарному показателю Z_c проводится с помощью данных таблицы 3.4:

Таблица 3.4 Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю

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

ЗАДАНИЕ

Определить уровень загрязнения почвы населенного пункта и дать характеристику изменения здоровья населения, проживающего на загрязненном участке. Исходные данные согласно таблице 3.5

Таблица - 3.5 Варианты исходных данных

Вариант	Реальная концентрация загрязняющих веществ в почве, мг/кг											
	Li	Be	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
1	61	12	4100	220	740	92	-	-	-	-	-	-
2	-	23	2350	630	1700	66	250	-	-	-	-	-
3	-	-	6100	420	1350	80	350	41	-	-	-	-
4	-	-	-	345	770	170	64	80	300	-	-	-
5	-	-	-	-	3200	31	195	230	510	12	-	-
6	-	-	-	-	-	22	250	215	68	9	0,3	-
7	-	-	-	-	-	-	46	112	265	41	0,1	130
8	55	-	5200	-	415	-	400	-	48	-	0,09	-
9	-	41	-	190	-	44	-	178	-	14	-	66
10	-	-	3210	520	-	-	120	190	-	-	0,07	313

11	116	15	-	-	2345	132	-	-	148	29	-	-
12	-	-	-	590	1100	143	-	-	-	35	0,15	280
13	96	38	4460	-	-	-	276	134	286	-	-	-
14	-	26	3420	355	-	-	-	155	90	11	-	-
15	-	-	2300	615	820	-	-	-	270	32	0,03	-
16	-	-	-	448	1970	83	-	-	-	18	0,6	79
17	86	-	-	-	974	78	314	-	-	-	0,8	124
18	70	31	-	-	-	73	265	202	-	-	-	266
19	108	-	-	524	1255	-	-	44	257	-	-	88
20	-	19	3910	-	-	-	-	-	114	10	0,02	118
Фоновые концентрации, мг/кг												
	23,5	1,5	720	63,5	180	8,4	23,2	15,3	41,3	0,7	0,01	11,5

17. Определение класса опасности отходов

Отходы производства и потребления (далее - отходы) - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Опасные отходы - отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) – перечень отходов с установленным классом опасности для окружающей природной среды и кодом отходов, присвоенным в соответствии с утвержденным кодификатором отходов.

Класс опасности отхода – характеристика относительной экологической опасности отхода, выраженная в виде числа, соответствующего показателю степени опасности отхода для окружающей природной среды (ОПС).

Показатель степени опасности отхода для ОПС - интегральный показатель, характеризующий опасность отхода при его воздействии на окружающую природную среду.

Компонент отхода – любая составная часть отхода, для которой можно сформировать систему показателей, применяемых для оценки экологической опасности отхода.

Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды по федеральному классификационному каталогу отходов

Для каждого вида отходов определяется класс опасности отходов для окружающей среды по Федеральному классификационному каталогу отходов.

Федеральный классификационный каталог отходов – перечень образующихся в Российской Федерации отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую природную среду.

Тринадцатизначный код определяет вид отхода, характеризующий его классификационные признаки:

- первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отходов;
- девятая и десятая цифры используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы (0-данные не установлены, 1-твердый, 2-жидкий, 3-пастообразный, 4-шлам, 5-гель, коллоид, 6-эмульсия. 7-суспензия. 8-сыпучий. 9-гранулят. 10-порошкообразный, 11-пылеобразный, 12-волокно. 13-готовое изделие, потерявшее потребительские свойства, 99-иное);

- одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств и их комбинаций (0-данные не установлены, 1-токсичность, (т), 2-взрывоопасность (в), 3-пожароопасность (п), 4-высокая реакционная способность (р), 5-содержание возбудителей инфекционных болезней (и), 6-22 –различные комбинации опасных свойств, 99-опасные свойства отсутствуют;

- тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей среды (0-класс опасности не установлен, 1 – I-й класс опасности, 2 – II-й класс опасности, 3 – III класс опасности, 4 – IV класс опасности, 5 – V класс опасности).

При отсутствии в Федеральном классификационном каталоге отходов сведений о классе опасности данного вида отхода, он определяется расчетным и (или) экспериментальными методами на основе критериев отнесения опасных отходов к классу опасности отхода.

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды предназначены для индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы для окружающей природной среды и которые обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды.

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с критериями, приведенными в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды

№ п/п	Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
1	ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I КЛАСС ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЫЕ
2	ВЫСОКАЯ	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II КЛАСС ВЫСОКООПАСНЫЕ
3	СРЕДНЯЯ	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	III КЛАСС УМЕРЕННО ОПАСНЫЕ
4	НИЗКАЯ	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV КЛАСС МАЛООПАСНЫЕ
5	ОЧЕНЬ НИЗКАЯ	Экологическая система практически не нарушена	V КЛАСС ПРАКТИЧЕСКИ НЕОПАСНЫЕ

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС осуществляется по федеральному классификационному каталогу отходов, а также расчетным или экспериментальными методами.

Для каждого вида отхода производитель отхода определяет класс опасности отхода по федеральному классификационному каталогу отходов. При отсутствии в федеральном классификационном каталоге отходов сведений о классе опасности данного вида отхода, он определяется расчетным или экспериментальными методами.

Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды расчетным методом

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом осуществляется на основании **показателя степени опасности отхода для ОПС (K)**, рассчитанного по сумме показателей степени опасности веществ, составляющих отход, для ОПС (K_i):

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_i \quad (4.1)$$

где K – показатель степени опасности отхода для ОПС;

K_1, K_2, K_i - показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для ОПС.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода K_i рассчитывается как соотношение концентраций компонентов отхода (C_i) с коэффициентом его степени опасности для ОПС (W_i);

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (4.2)$$

где C_i – концентрация i -го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода);

W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента опасного отхода для ОПС (мг/кг).

Коэффициентом степени опасности компонента отхода (W_i) для ОПС является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения, которого он не оказывает негативного воздействия на ОПС. Размерность коэффициента степени опасности для ОПС условно принимается - мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода (W_i) для ОПС по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных природных сред в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2 Определение первичных показателей компонентов отхода

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1	ПДКп ¹ (ОДК) ² , мг/кг	<1	1-10	10,1-100	>100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	не установлен
3	ПДКв (ОДУ ОБУВ), мг/л	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
4	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	1	2	3	4
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	<0,001	0,001-0,1	0,011-0,1	>0,1
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
7	ПДКс.с.(ПДКм.р., ОБУВ), мг/м ³	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9	ПДКпп (Мду, МДС), мг/кг	<0,01	0,01-1	1,1-10	>10
10	Lg(S, мг/л/ПДКв, мг/л) ³	>5	5-2	1,9-1	<1

11	Lg(С _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{р.з})	>5	5-2	1,9-1	<1
12	Lg(С _{нас} , мг/м ³ /ПДК _{с.с.} или ПДК _{м.р.})	>7	7-3,9	3,8-1,6	<1,6
13	Lg Kow(октанол/вода)	>4	4-2	1,9-0	<0
14	LD ₅₀ мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
15	LD ₅₀ , мг/кг ³	<500	500-5000	5001-50000	>50000
16	LD ₅₀ ^{водн} мг/л/96ч	<1	1-5	5,1-100	>100
17	БД=БПК ₅ /ХПК 100%	<0,1	0,01-1,0	1,0-10	>10
18	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Скопление в одном из звеньев	Нет накопления
	БАЛЛ	1	2	3	4

¹ Используемые сокращения приведены в приложении 22.

² В случаях отсутствия ПДК токсичного компонента отхода допустимо использование другой нормативной величины, указанной в скобках.

³ Если $S = \infty$, то $\lg(S/\text{ПДК})=1$, если $S=0$, то $\lg(S/\text{ПДК})=0$.

В перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОПС.

Показатель информационного обеспечения рассчитывается:

$$\text{ПИО} = \frac{n}{N}, \quad (4.3)$$

где n – число установленных показателей в таблице 4.2;

N – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС (равно 12).

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения (таблица 4.3).

Таблица 4.3 Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения

Диапазоны ПИО (n/N)	Балл
<0,5 ($n < 6$)	1
0,5 - 0,7 ($n = 6 - 8$)	2
0,71 - 0,9 ($n = 9 - 10$)	3
>0,9 ($n > 11$)	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается **относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i)** делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

$$X_i = \sum_1^n \frac{(\text{баллов})}{n}, \quad (4.4)$$

где $\sum_1^n(\text{баллов})$ – сумма баллов по всем показателям i -ого компонента;

n – количество установленных показателей.

Коэффициент W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\log W_i = 4 - \frac{4}{Z_i}; \quad 1 < Z_i < 2 \quad (4.5)$$

$$\log W_i = Z_i; \quad 2 < Z_i < 4 \quad (4.6)$$

$$\log W_i = 2 + \frac{4}{(6-Z_i)}; \quad 4 < Z_i < 5 \quad (4.7)$$

где Z_i – стандартизованный показатель опасности компонента отхода для ОПС (Z_i):

$$Z_i = \frac{4}{3}X_i - \frac{1}{3}, \quad (4.8)$$

Коэффициенты (W_i) для наиболее распространенных компонентов опасных отходов приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 Коэффициенты W для отдельных компонентов опасных отходов

Наименование компонента	X_i	Z_i	$\lg W_i =$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди (п)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
N-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	100,0
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний,

титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i) равным 10^6 .

Компоненты отходов природного органического происхождения, состоящие из таких соединений как углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения (аминокислоты, амиды и иное), то есть веществ, встречающихся в живой природе, относятся к классу практически неопасных компонентов со средним баллом (X_i) равным 4 и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i) равным 10^6 .

Для остальных компонентов отходов показатель степени опасности для ОПС рассчитывается по вышеустановленному порядку.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с таблицей 4.5.

Таблица – 4.5

Установление класса опасности отхода в зависимости от показателя степени опасности отхода для ОПС (по результатам расчетного метода)

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (К)
I	$10^6 \geq K > 10^4$
II	$10^4 \geq K > 10^3$
III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к 5-му классу опасности, необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-му классу опасности.

Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды экспериментальным методом

Экспериментальный метод отнесения отходов к классу опасности для ОПС осуществляется в специализированных аккредитованных для этих целей лабораториях.

Экспериментальный метод используется в следующих случаях:

- для подтверждения отнесения отходов к 5-му классу опасности, установленного расчетным методом;
- при отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав;
- при уточнении класса опасности отходов, полученного расчетным методом.

Экспериментальный метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов.

В случае присутствия в составе отхода органических или биогенных веществ, проводится тест на устойчивость к биodeградации для решения вопроса о возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности.

Для подтверждения отнесения отходов к пятому классу опасности для ОПС, установленного расчетным методом, определяется воздействие только водной вытяжки отхода без ее разведения. Класс опасности устанавливается по кратности разведения водной вытяжки, при которой не выявлено воздействие на гидробионтов в соответствии со следующими диапазонами кратности разведения в соответствии с таблицей 4.6.

Таблица - 4.6 Установление класса опасности отхода в зависимости от кратности разведения водной вытяжки из опасного отхода (по результатам экспериментального метода)

Класс опасности	Кратность разведения водной вытяжки из опасного отхода, при которой вредное воз-
-----------------	--

отхода	действие на гидробионтов отсутствует
I	>10000
II	От 10000 до 1001
III	От 1000 до 101
IV	< 100
V	1

ЗАДАНИЕ

Рассчитать класс опасности отхода «Шлам от гальванического производства». Сведения о компонентном составе отхода и содержании основных компонентов приведены в приложении 20 по вариантам.

В случае, если по данным расчета установлен 5 класс опасности отхода, считать, что отход был направлен на биотестирование. По результатам биотестирования:

- для вариантов № 1 - № 9 - безвредная кратность разбавления составила 120,
- для вариантов № 10 - №18 - безвредная кратность разбавления составила 60.
- для вариантов № 19 - № 20 - безвредная кратность разбавления составила 0,5.

Справочные данные о первичных показателях компонентов отхода приведены в таблице 4.8 и приложении 21

1. Определяем содержание основных компонентов отхода в единице массы отхода (мг/кг):

Компонент	Содержание, %	Содержание, мг/кг
Cr ₂ O ₃	14	140000
SiO ₂	86	860000

2. Определяем первичные показатели степени опасности для ОПС компонентов отхода по справочным данным. Справочные данные о первичных показателях компонентов отходов приведены в таблице 4.7. Присваиваем баллы каждому установленному показателю в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.7 Первичные показатели опасности компонентов отхода, установленные по справочным данным

№ п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Показатели степени опасности для ОПС компонентов отхода			
		Cr ₂ O ₃		SiO ₂	
		Величина	Балл	Величина	Балл
1	2	3	4	5	6
1	ПДКп (ОДК), мг/кг	6,0	2	-	0
2	Класс опасности в почве	2	2	-	0
3	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	0,05	2	50	4
4	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	3	3	4	4
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	0,02	3	-	0
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	-	0	4	4
7	ПДК с.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м ³	0,0015	1	0,1	2
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	1	3	3
9	ПДКп.п. (МДУ, МДС), мг/кг	-	0	-	0
10	Ig(S, мг/л / ПДКв, мг/л) S – растворимость компонента отхода	<1	4	<2	3
11	Ig(Снас, мг/м ³ / ПДКр.з)	-	0	-	0
12	Ig(Снас, мг/м ³ / ПДКс.с или ПДКм.р.)	-	0	-	0
13	Ig Kow (октанол/вода)	-	0	-	0
14	LD50, мг/кг	-	0	-	0
15	LC50, мг/м ³	0,005	1	-	0
16	LC50, мг/м ³	0,005	1	-	0
17	LC ₅₀ ^{водн.} мг/л/96ч	-	0	-	0

18	БД=БПК ₅ /ХПК 100%	-	0	-	0
19	Персистентность: трансформация в окружающей среде	-	0	-	0
20	Биоаккумуляция: поведение в пищевой цепочке	-	0	-	0
	Количество установленных показателей без ПИО	9	19	6	20
21	Показатель информационного обеспечения (ПИО)	10/12	3	7/12	2
	Сумма баллов		22		22

3. Рассчитываем показатель информационного обеспечения в соответствии с формулой (4.3), присваиваем ему баллы в соответствии с таблицей 4.4, заполняем строку 20 таблицы 4.7.

4. Подсчитываем сумму баллов по каждому компоненту отходов.

5. Рассчитываем относительный показатель опасности компонента отхода для ОПС (X_i) в соответствии с формулой (4.4), где n - количество установленных показателей с учетом показателя информационного обеспечения (ПИО):

6. Рассчитываем стандартизованный показатель опасности компонента отхода для ОПС (Z_i) в соответствии с формулой (4.8):

7. Рассчитываем коэффициент степени опасности компонента отхода для ОПС ((W_i) , мг/кг) в соответствии с формулами (4.5) – (4.7):

8. Рассчитываем показатели степени опасности компонентов отходов для ОПС (K_i) в соответствии с формулой (4.2).

9. Данные, полученные в соответствии с п.п. 1-8, заносим в сводную таблицу 4.8:

Таблица 4.8 - Сводная таблица расчетных данных

№	Компо-нент	Содержание, мг/кг	(X_i)	(Z_i)	(W_i), мг/кг	(K_i)

ЗАДАЧА 3

Рассчитать класс опасности отхода «Мусор производственный». Сведения о компонентном составе отхода и содержании основных компонентов приведены в приложении 20 по вариантам.

В случае если по данным расчета установлен 5 класс опасности отхода, считать, что отход был направлен на биотестирование. По результатам биотестирования:

- для вариантов № 1 - № 9 – безвредная кратность разбавления составила 120,
- для вариантов № 10 - №18 – безвредная кратность разбавления составила 60.
- для вариантов № 19 - № 20 – безвредная кратность разбавления составила 0,5.

Справочные данные о первичных показателях компонентов отхода приведены в приложении 21.

№ варианта	Задача 4.1 Шлам от гальванического производства			Задача 4.3 Мусор производственный				
	Оксид меди (CuO)	Оксид хрома 3-х валентного (Cr ₂ O ₃)	Диоксид кремния (SiO ₂)	Неорганическая пыль, песок, грунт, щебень	Пластмасса (полиэтилен)	Бумага (упаковка)	Стекло (бой)	Алюминий (упаковка)
1	10		90	89	0,1	10	0,01	0,1
2	10	90		88	0,2	11	0,02	0,2

3	10	10	80	87	0,3	12	0,03	0,3
4	20		80	86	0,4	13	0,04	0,4
5	20	80		85	0,5	14		0,5
6	20	20	60	83	0,6	15	0,06	0,6
7	30		70	88	0,7	10	0,07	0,7
8	30	70		87	0,8	11	0,08	0,8
9	30	30	40	86	0,9	12	0,09	0,9
10	40		60	85	1,0	13		1,0
11	40	60		85	0,1	14	0,02	0,1
12	40	40	20	84	0,2	15	0,03	0,2
13	50		50	89	0,3	10	0,04	0,3
14	50	50		88	0,4	11	0,05	0,4
15	60	10	30	87	0,5	12		0,5
16	60	30	10	85	0,6	13	0,07	0,6
17	70		30	84	0,7	14	0,08	0,7
18	70	30		83	0,8	15	0,09	0,8
19	70	10	20	88	0,9	10	0,01	0,9
20	70	20	10	87	1,0	11		1,0

Приложение 21

Справочные данные о первичных показателях отдельных компонентов

№ п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Показатели степени опасности для ОПС компонентов отхода					
		Оксид меди (CuO)	Неорганическая пыль, песок	Бумага (целлюлоза)	Пластмасса (полиэтилен)	Стекло	Алюминий
1	ПДКп (ОДК), мг/кг	3,0	-	-	-	-	-
2	Класс опасности в почве	2	-	-	-	-	-
3	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	1	0,25	-	0,5	-	0,5
4	Класс опасности в воде хоз.-питьевого использования	3	-	-	4	4	3
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	0,001	0,75	2,5	5,0	-	0,04
6	Класс опасности в воде рыбо-хоз. использования	3	-	4	4	-	3
7	ПДК с.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м ³	0,002	-	0,5	0,75	-	0,01
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	-	4	-	3	2
9	ПДКп.п. (МДУ, МДС), мг/кг	-	-	-	-	-	-
10	Ig(S, мг/л / ПДКв, мг/л)	0,82	0	0	0	0	0
11	Ig(Снас, мг/м ³ / ПДКр.з)	-	-	-	-	-8	-

18. Расчет платы за размещение отходов

Размер платы за *размещение отходов в пределах установленных* природопользователю **лимитов** определяется путем умножения соответствующих ставок платы с учетом вида размещаемого отхода (нетоксичные, токсичные) на массу размещаемого отхода, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам размещаемых отходов.

$$P_{\text{лотх}} = K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{лотх}} \cdot M_{\text{лотх}}, (1)$$

(при $M_{\text{лотх}} < M_{\text{лиотх}}$)

где $P_{\text{лотх}}$ – размер платы за размещение i -того отхода в пределах установленных лимитов, руб.;

$C_{\text{лотх}}$ – ставка платы за размещение 1 тонны i -того отхода в пределах установленных лимитов, руб/т;

$M_{\text{лотх}}$ – фактическое размещение отхода (т, м³);

$M_{\text{лнотх}}$ - годовой лимит на размещение отхода (т, м³).

$$C_{\text{лнотх}} = N_{\text{блнотх}} \cdot K_{\text{эотх}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{блнотх}}$ – базовый норматив платы за 1 т размещенных отходов в пределах установленных лимитов, руб/т;

$K_{\text{эотх}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости почв в данном регионе. На 2008 год для Дальневосточного региона $K_{\text{эотх}} = 1$.

Размер платы за *сверхлимитное размещение токсичных и нетоксичных отходов* определяется путем умножения соответствующих ставок платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы размещаемых отходов над установленными лимитами, на коэффициент индексации платы и суммирования полученных произведений по видам размещаемых отходов с последующим умножением на пятикратный повышающий коэффициент.

$$P_{\text{слотх}} = 5 \cdot K_{\text{инд}} \cdot C_{\text{лнотх}} \cdot (M_{\text{лнотх}} - M_{\text{лнотх}}), \quad (3)$$

где $P_{\text{слотх}}$ – размер платы за сверхлимитное размещение отходов, руб.

При расчете платы за размещение отходов, измеряемых в м³, на полигонах твердых бытовых и других отходов при расчете вводится коэффициент учета их уплотнения в процессе сбора, транспортировки и хранения, который рассчитывается в установленном порядке.

Отходы подразделяются на *нетоксичные отходы* добывающей и перерабатывающей промышленности и *токсичные отходы I-IV классов опасности*. Нетоксичные отходы добывающей промышленности включают в себя отходы вскрышных и вмещающих пород, а также отходы обогащения, образующиеся на предприятиях горнодобывающих отраслей промышленности за исключением токсичных отходов I-IV классов опасности.

Нетоксичные отходы перерабатывающей промышленности включают отходы, образующиеся в технологических процессах, и отходы производственного потребления (амортизированное оборудование, изделия, материалы не загрязненные химическими веществами тара) за исключением токсичных отходов I-IV класса опасности.

Базовые нормативы платы за нетоксичные отходы перерабатывающей промышленности распространяются на нетоксичные отходы, образующиеся на предприятиях транспорта, торговли, связи, бытовых услуг, в научных организациях и в сельском хозяйстве, а также на отходы жилищно-коммунального хозяйства (ТБО), для которых не установлен класс опасности.

При размещении отходов на полигонах, шламохранилищах и других специально оборудованных объектах, расположенных на принадлежащих или арендуемых природопользователем территориях, при соблюдении требований нормативно-технической документации устанавливается *понижающий коэффициент 0,3 к размеру платы*, учитывающий затраты природопользователей на содержание объекта размещения отходов.

При нарушении правил экологически безопасных условий хранения и захоронения отходов, а также при отсутствии разрешения на их размещение *понижающий коэффициент 0,3 к размеру платы не применяется*. Данное положение распространяется на организации и предприятия, эксплуатирующие собственные или арендуемые полигоны ТБО, и не распространяется на объекты, предназначенные для временного хранения отходов.

При размещении отходов, в том числе на полигонах, шламохранилищах и других специально оборудованных объектах, без оформленного в установленном порядке территориальными природоохранными органами разрешения, *плата рассчитывается как за сверхлимитное размещение*.

Накопление и хранение отходов на территории природопользователя в согласованных территориальными органами объемах и на специально отведенных для этих целей участках является временным при наличии их потребителей либо возможностей вывоза или переработки. Сроки накопления отходов определяются договорными поставками,

технологическими условиями подготовки отходов к производственному потреблению, нормативно-инструктивной документацией.

За временное накопление и хранение отходов на территории природопользователя при наличии оформленного в установленном порядке разрешения, соблюдении условий хранения *плата за размещение отходов не рассчитывается и не взимается.*

При нарушении условий накопления и хранения отходов плата рассчитывается *как за сверхлимитное их размещение.*

Природопользователи, осуществляющие размещение отходов производства и потребления, в том числе ТБО, на собственных или арендуемых ими полигонных несут полную ответственность за проектирование, строительство и эксплуатацию этих полигонов в соответствии с действующей нормативно - методической документацией. При нарушении правил проектирования, строительства и эксплуатации природопользователи, осуществляющие хранение (захоронение) отходов на объектах размещения, возмещают наносимый окружающий природной среде вред, определенный в соответствии с действующими нормативными актами.

Задание 1. Предприятие г. Благовещенска разместило в 2008 г 9 тонн нетоксичных отходов производства и потребления на специально оборудованных объектах, эксплуатируемых в соответствии с требованиями НТД и расположенных на подведомственных ему территориях, при лимите размещения 7 тонн и 5 тонн отходов 2-го класса опасности без оформленного в установленном порядке разрешения. Рассчитать плату за размещение отходов.

Задание 2. В 2008 г на предприятии Амурской области накоплено 21 т отходов, в т. ч.: нетоксичных - 7; 1 кл. опасности – 4; 2 кл. опасности – 6; 3 кл. опасности – 2; 4 кл. опасности – 2. Лимит размещения отходов – 11 тонн, в том числе: нетоксичных – 4; 1 кл. – 1; 2 кл. – по факту; 3 кл. – 1; 4 кл. – по факту. Рассчитать плату за размещение отходов.

Задание 3. По данным 2008 г объем образования и лимиты размещения отходов на одном из Благовещенских предприятий составил:

Класс опасности	Фактическое образование, т	Лимит размещения, т
1	3	1,5
2	2	-
3	5	5
4	9	7

Весь объем сверхлимитных отходов предприятие вывезло на несанкционированную свалку в 20 км от города. Рассчитать плату за размещение отходов.

Для решения каждой задачи удобнее все данные и вычисления сводить в таблицу 1. Таблица 1 – Расчет платы за загрязнение среды твердыми отходами

Наименование	Класс токсичности	Годовой объем (т, м ³ , шт)			Норматив платы за единицу в пределах устан лимитов	Плата, руб		Общая плата, руб
		обр	лимит	сверх лимит		в пределах устан лимитов	за сверх лимит	
Чрезвычайно пасные от- ходы	1				1739,2			
Высоко – опасные отходы	2				745,4			
Умеренно опасные отходы	3				497			
Мало- опасные отходы	4				248,4			
Нетоксичные					0,4			

ОТХОДЫ									
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Всего к оплате, руб

19. Оценка акустического загрязнения городской территории

Сегодня шум – один из важнейших факторов вредного влияния на окружающую среду и человека и опасен не менее, чем загрязнение атмосферы и гидросферы. По определению, выработанному Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), здоровье – это состояние физического, духовного и социального состояния, и когда шум нарушает это состояние, он становится опасным для здоровья. Если человек не будет вести с шумом непримиримой войны, то в будущем человечеству придется страдать от шума все больше и больше.

Шум – совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум – это всякий неблагоприятно воспринимаемый человеком звук.

Источником шума являются колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов, поскольку по физической сущности шум – это механические колебания частиц упругой среды (газа, жидкости, твердого тела), образующиеся под воздействием какой-либо возмущающей силы.

Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания в диапазоне 10 Гц – 20 Гц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называются звуковыми. Акустические колебания с частотой менее 16 Гц называются инфразвуковыми, выше 20 кГц – ультразвуковыми.

Основными характеристиками звуковых волн являются:

- частота (количество полных колебаний за 1 сек), Гц;
- длина волны, м;
- интенсивность (количество энергии, Вт, передаваемой через площадь в 1 см²), Вт/см².

Как и в любом другом волновом процессе, длина волны связана простой зависимостью с частотой и скоростью звука:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (1)$$

где λ – длина волны, м; c – скорость звука в среде распространения (для воздуха составляет 334 м/с при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении), м/с; f – частота, Гц.

В современной акустике для целей измерения звука принято использовать относительные логарифмические единицы – децибелы (дБ), называемые уровнем интенсивности:

$$L_j = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0}, \quad (2)$$

где L_j – уровень интенсивности звука, дБ; J – интенсивность звука в конкретной точке, Вт/см²; J_0 – интенсивность звука, едва воспринимаемая человеком на частоте 1000 Гц (порог слышимости), принята стандартной ($J_0 = 10^{-12}$ Вт/см²).

Ухо человека воспринимает звуки, уровень интенсивности которых расположен в пределах 0-140 дБ над пороговым нулевым шумом, причем верхняя граница соответствует порогу болевого ощущения.

Уровень давления звука:

$$L_p = 10 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \quad (3)$$

где L_p – уровень давления звука, дБ; P – давление звука в конкретной точке, Па; P_0 – давление звука на пороге слышимости, принято стандартным ($P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па).

Шум классифицируется по нескольким признакам:

1. По спектральному составу:
 - низкочастотный (частота колебаний до 400 Гц);
 - среднечастотный (частота колебаний 400-1000 Гц);
 - высокочастотный (частота колебаний более 1000 Гц).
2. По ширине спектра:
 - широкополосный (с непрерывным спектром шириной более одной октавы – звуки всех частот);
 - тональный (почти вся энергия сосредоточена на одной частоте и уровень шума в этой полосе превышает все остальные не менее чем на 10 дБ).
3. По временным характеристикам:
 - постоянный (уровень шума в течение смены – 8-часового рабочего дня – меняется не более чем на 5 дБ);
 - непостоянный (уровень шума в течение смены – 8-часового рабочего дня – меняется более чем на 5 дБ):
 - а) колеблющийся во времени (уровень шума непрерывно изменяется);
 - б) прерывистый (уровень шума резко падает до уровня фоновый и снова поднимается до прежнего уровня, причем длина интервала, в течение которого уровень остается постоянным и превышающим фоновый шум, равна 1 с и более);
 - в) импульсный (состоящий из одного или нескольких сигналов с длительностью действия каждого менее 1 с).
4. По происхождению:
 - механический (при ударах, трении);
 - аэродинамический (при работе вентиляторов);
 - гидродинамический (при работе форсунок, течении по трубам жидкостей).

Основными источниками шума в городах являются автотранспортные потоки, железнодорожные поезда, средства воздушного транспорта, трансформаторы, производственные процессы на предприятиях, источники шума внутри групп жилых домов (игровые и спортивные площадки, магазины и т.д.).

Вредное воздействие шума на организм человека, прежде всего, оказывается на органы слуха. Звуки очень большой силы, уровень которых превышает 120-130 дБ, вызывают болевое ощущение и повреждение в слуховом аппарате (акустическая травма). Шумы небольшой интенсивности (50-60 дБ) негативно воздействуют на нервную систему человека, вызывают бессонницу, неспособность сосредоточиться, что ведет к снижению производительности труда (при физическом труде она снижается на 30%, при умственном – на 60%) и повышает вероятность возникновения несчастных случаев на производстве.

Шум обладает еще одной неприятной особенностью. Последствия от воздействия шума постепенно накапливаются в организме и могут сказаться лишь по прошествии некоторого времени. Постоянное действие шума на человека в процессе труда может вызывать различные психические нарушения, сердечнососудистые, желудочно-кишечные и кожные заболевания, тугоухость, могут возникнуть патологические изменения, называемые шумовой болезнью, которая является профессиональным заболеванием.

Гигиенические нормативы шума определены ГОСТ 12.1.003-83 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производ-

ственной деятельности. Для ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука (дБ), определяемый по шкале A шумомера с коррекцией низкочастотной составляющей по закону чувствительности органов слуха и приближением результатов объективных измерений к субъективному восприятию (табл 1).

Таблица – 1 Допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий по ГОСТ 12.1.003-83

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и экв-е уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения конструкторских бюро, расчетчиков, программистов, лабораторий для теоретических работ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты	93	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Кабины наблюдений и дистанционного управления: - без речевой связи - с речевой связью	103	94	87	82	78	75	73	71	70	80
	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения и участки точной сборки	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, для размещения шумных агрегатов, вычислительных машин	107	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	110	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Фактический уровень звукового давления, создаваемого источником шума на территории жилой застройки $L_{фак}$ дБ (дБА) определяется по следующей формуле:

$$L_{фак} = L_p - 20 \lg R - \frac{\beta_a - R}{1000} - 8, \quad (4)$$

где L_p – уровень звукового давления, создаваемый источником шума (определяется с помощью шумомера), дБ (дБА); R – расстояние от источника шума до территории жилой застройки, м; β_a – параметр, отражающий затухание шума в атмосфере, дБ/км (дБА/км).

Параметр β_a может быть определен по табл 2.

Таблица – 2 Значение параметра β_a

Среднегеометрическая частота октавных полос, Гц	Значение параметра β_a
63	0
125	0,7
250	1,5
500	3
1000	6
2000	12
4000	24

1	45	лег. автомо- биль	60	50	широкополосный	курортный район	дневное	83	30
2	45	мотоцикл	90	100		жилая за- стройка	ночное	7	30
3	45	самолет	120	800		курортный район	ночное	45	30
4	45	автобус	80	100		новый жилой район	днев-ное	58	30
5	45	мотоцикл	90	50		новый жилой район	днев-ное	60	30
6	45	самолет	120	500		курортный район	ночное	45	30
7	45	автобус	80	50		жилая за- стройка	ночное	30	30
8	45	мотоцикл	90	100		жилая за- стройка	днев-ное	15	30
9	45	самолет	120	800		жилая за- стройка	ночное	80	30
10	45	автобус	80	50		курортный район	ночное	30	30
11	45	самолет	120	500		новый жилой район	ночное	45	30
12	45	мотоцикл	90	100		жилая за- стройка	днев-ное	60	30
13	45	автобус	80	50		новый жилой район	ночное	50	30
14	45	самолет	120	600		жилая за- стройка	ночное	40	30
15	45	лег. автомо- биль	60	100		жилая за- стройка	днев-ное	80	30
16	45	самолет	120	650		курортный район	ночное	25	30
17	45	автобус	80	100		новый жилой район	ночное	20	30
18	45	лег. автомо- биль	60	150		жилая за- стройка	днев-ное	60	30
19	45	самолет	120	600		курортный район	ночное	45	30
20	45	автобус	80	50		жилая за- стройка	ночное	30	30

20. Оценка радиоактивного загрязнения окружающей среды

Радиоактивность – это способность ядер некоторых химических элементов самопроизвольно распадаться с образованием ядер новых химических элементов и испусканием ионизирующего излучения

Ионизирующими называются такие излучения, которые, проходя через среду, вызывают ее ионизацию. Энергию ионизирующего излучения измеряют во внесистемных единицах электрон-вольт (эВ), $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Ультрафиолетовое излучение и видимый свет не относятся к ионизирующим.

По своей природе ионизирующее излучение бывает:

1. Фотонным:

- γ -излучение (фотонное излучение, испускаемое при ядерных излучениях или при ассимиляции частиц);

- рентгеновским (фотонное излучение, состоящие из тормозного или характеристического излучения. Под тормозным понимают излучение, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц, а под характеристическим – возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома).

2. Корпускулярным (ионизирующее излучение, состоящее из частиц с массой, отличной от нуля: α - и β -частицы, протоны, нейтроны и др.).

Ионизирующие излучения характеризуется целым рядом специальных характеристик.

Количество радионуклида принято называть активностью. Активность – число самопроизвольных распадов радионуклида за единицу времени. Единицей измерения активности в системе СИ является беккерель (Бк).

$$1\text{Бк} = 1 \text{ распад/с.}$$

Внесистемной единицей активности является ранее используемая величина Кюри (Ки). $1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк.}$

Для оценки воздействия ионизирующего излучения на любые вещества и живые организмы используются специальные величины – дозы излучения.

Экспозиционная доза определяет ионизирующую способность рентгеновских и γ -лучей и выражает энергию излучения, преобразованную в кинетическую энергию заряженных частиц в единице массы атмосферного воздуха. Экспозиционная доза – это отношение суммарного заряда всех ионов одного знака в элементарном объеме воздуха к массе воздуха в этом объеме.

$$D_0 = \frac{dQ}{dm}. \quad (1)$$

В системе СИ единицей измерения экспозиционной дозы является кулон, деленный на килограмм (Кл/кг). Внесистемная единица – рентген (Р). $1 \text{ Кл/кг} = 3880 \text{ Р.}$

Мощность экспозиционной дозы P_0 – приращение экспозиционной дозы в единицу времени:

$$P_0 = \frac{dD_0}{dt}. \quad (2)$$

Единица измерения – ампер на килограмм (А/кг). Внесистемная единица Р/с ($1 \text{ А/кг} = 3,88 \text{ Р/с.}$)

Поглощение энергии излучения объектами неживой природы характеризуется следующими параметрами:

Поглощенная доза (D) показывает, какое количество энергии излучения поглощено в единице массы любого облучаемого вещества, и определяется отношением поглощенной энергии ионизирующего излучения на массу вещества.

$$D = \frac{dE}{dm}. \quad (3)$$

За единицу измерения поглощенной дозы в системе СИ принят грэй (Гр). 1 Гр – это такая доза, при которой массе 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж. Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад. $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад.}$

Мощность поглощенной дозы P – приращение поглощенной дозы излучения dD в единицу времени:

$$P = \frac{dD}{dt}, \text{ Гр/с.} \quad (4)$$

При характеристике поглощения биологическими объектами используются следующие понятия:

Эквивалентная доза (H) рассчитывается путем умножения значения поглощенной дозы на специальный коэффициент – коэффициент относительной биологической эффективности (ОБЭ) или коэффициент качества:

$$H = D \cdot k. \quad (5)$$

Единицей измерения эквивалентной дозы в СИ является зиверт (Зв). Величина 1 Зв равна эквивалентной дозе любого вида излучения, поглощенной в 1 кг биологической ткани и создающей такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения. Внесистемной единицей измерения эквивалентной дозы является бэр (биологический эквивалент рада). $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$

Таблица – 1 Значение коэффициента качества k для различных видов ионизирующего излучения

Вид ионизирующего излучения	Значение коэффициента k
Рентгеновское и γ -излучение	1
Электроны, позитроны, β -излучение	1
Протоны с энергией меньше 10МэВ	10
Нейтроны с энергией меньше 20МэВ	3
Нейтроны с энергией в пределах 0,1-10 МэВ	10
α -излучение с энергией 10 МэВ	20
Тяжелые ядра отдачи	20

Мощность эквивалентной дозы – приращение эквивалентной дозы в единицу времени.

$$M = \frac{dH}{dt}.$$

Единица мощности эквивалентной дозы – зиверт в секунду, Зв/с, 1 Зв/с=100 бэр/с.

Умножив значение эквивалентной дозы на соответствующий коэффициент радиационного риска и просуммировав по всем тканям и органам, получим эффективную дозу (ЭЭД), отражающую суммарный эффект для организма.

$$H_e = \sum_{i=1}^T H_T \cdot W_T.$$

Взвешенные коэффициенты устанавливают эмпирически и рассчитывают таким образом, чтобы их сумма для всего организма составляла единицу.

Таблица – 2 Коэффициенты W_T для различных органов и тканей организма человека

Орган или ткань	W_T
Половые железы	0,25
Молочная железа	0,15
Красный костный мозг	0,12
Легкие	0,12
Щитовидная железа	0,03
Кость (поверхность)	0,03
Остальные органы (ткани)	0,3

Источники ионизирующих излучений подразделяются на природные и искусственные.

К **природным источникам** относятся космическое излучение и природные радионуклиды, содержащиеся в окружающей среде и поступающие в организм человека с воздухом, водой и пищей. **Искусственные источники** излучения разделяются на медицинские (диагностические и радиотерапевтические процедуры) и техногенные (искусственные и специально сконцентрированные человеком природные радионуклиды, генераторы ионизирующего излучения и др.).

К основным правовым нормативам в области радиационной безопасности относятся Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.96 г., Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30.03.99 г., Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» № 170-ФЗ от 21.11.95 г., а также Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Документ относится к категории санитарных правил (СП 2.6.1.758-99), утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 2 июля 1999 года и введен в действие с 1 января 2000 года.

В настоящее время предельно допустимые уровни ионизирующего облучения определяются «Нормами радиационной безопасности НРБ-2000» и «Основными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87». Цель радиационной безопасности - *охрана здоровья людей от вредного воздействия ионизирующего излучения путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности без необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях хозяйства, в науке и медицине.*

Обеспечение радиационной безопасности определяется следующими основными принципами:

- **принципом нормирования** - т.е. непревышением допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- **принципом обоснования** - запрещением всех видов деятельности по использованию источников ИИ, при котором полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону;
- **принципом оптимизации** - поддержании на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ИИ.

В соответствии с НРБ установлены следующие категории лиц.

Персонал - лица, работающие с техногенными источниками ИИ (группа **А**) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа **Б**). Представители группы **Б** не работают непосредственно с ИИ, но по условиям размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ и других источников излучения, применяемых в учреждениях и удаляемых во внешнюю среду с отходами.

В – все население, включая лиц из персонала, вне сферы их производственной деятельности.

Различные органы человека имеют определенную чувствительность к ионизирующим излучениям. В соответствии с этим различают три группы критических органов.

К I группе относят все тело, гонады, красный костный мозг;

Ко II группе – мышцы, жировая ткань, щитовидная железа, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза и др. (относится все не перечисленное в I и III группах);

К III группе – руки по локти, ноги по колено, кожный покров, костная ткань.

ПДД (предельно допустимая доза) – наибольшая мера индивидуальной эквивалентной дозы за год, при которой не возникает неблагоприятных явлений в организме за 50 лет непрерывной работы.

Таблица – 3 Дозовые пределы облучения для категорий А и Б

Дозовые пределы, бэр/год	Группа критических органов		
	I	II	III
ПДД для категории А	5	15	30
ПДД для категории Б	0,5	1,5	3

Защита от ионизирующих излучений включает в себя:

- организационные мероприятия (выполнение требований безопасности при размещении предприятий, устройстве рабочих помещений и организации рабочих мест, при работе с закрытыми и открытыми источниками, при транспортировке, хранении и захоронении радиоактивных веществ, проведение общего и индивидуального дозиметрического контроля);

- медико-профилактические мероприятия (сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, медицинские осмотры, лечебно-профилактическое питание и др.);

- инженерно-технические методы и средства (защита расстоянием и временем, применение средств индивидуальной защиты, защитное экранирование и др.).

Задания по работе

В соответствии с данными варианта (табл 4) рассчитать следующие величины:

- эквивалентную дозу (формула 5)
- эффективную эквивалентную дозу (формула 7)

Сравнить полученные данные с ПДД для соответствующей группы критических органов и категории облучаемых лиц (табл 3)

Таблица – 4 Исходные данные для расчетов

Параметр	Вариант		
	1	2	3
Категория облучаемых лиц	А	Б	Б
Вид ионизирующего излучения	γ -излуч-е	β -излуч-е	β -излуч-е
Поглощенная доза	0,31	0,029	0,01
Вид облучения	внутр	внеш	внутр
Облучаемые органы	ЖКТ, печень, почки	кожа, костная ткань	все тело гонады

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-6	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на

	Контрольная работа		столе, экономно используются реактивы).
		Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Тест	Низкий – неудовлетворительно	количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
	Учебные задачи	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Реферат	Низкий – неудовлетворительно	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
		Пороговый – удовлетворительно	имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены факти-

			ческие ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
		Базовый – хорошо	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
		Высокий – отлично	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяются следующие критерии оценивания.

Критерии оценки студента на зачете

Студент допускается к зачету, если:

- а) выполнил все практические работы;
- б) защитил их, ответив на контрольные вопросы по теме практической работы.

Зачет проходит в устной форме или в форме тестирования.

Оценка «**зачтено**» выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, который не смог раскрыть основной вопрос даже на 50%, в ответах на другие (дополнительные) вопросы допустил существенные ошибки или не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Контрольная работа по теме: Организационно-правовые основы инженерной экологии

Вариант 1

1. Что является объектом исследования в инженерной экологии?
2. Дать понятие :ноосфера, экологическая система, экологический фактор. Привести классификацию экологических факторов.
3. Что такое антропогенный производственный фактор (АПФ) и приведите классификацию АПФ по действию.
4. Каковы экономические методы реализации закона РФ «Об охране окружающей среды»?

Вариант 2

1. Дать понятие: инженерная экология, биосфера, техносфера.
2. Классификация экологических систем «человек – производственный объект – окружающая среда».
3. Перечислите организационно-правовые основы инженерной экологии.
4. На решение каких задач направлен закон «Об охране окружающей среды».

Рекомендуемые темы рефератов

1. Экологические проблемы мегаполисов.
2. Природоохранная деятельность градообразующих предприятий
3. Организация водоохранной деятельности.
4. Организация воздухоохранной деятельности.
5. Современная практика утилизации отходов городских сточных вод.
6. Проблемы загрязнения радионуклидами.
7. Методы и средства контроля уровня загрязнения атмосферы.
8. Методы и средства контроля уровня загрязнения гидросферы.
9. Медико-социальное благополучие регионов.
10. Влияние среды обитания на демографические показатели регионов.
11. Методы снижения негативного воздействия промышленных объектов на атмосферу.
12. Методы снижения негативного воздействия промышленных объектов на гидросферу.
13. Методы снижения негативного воздействия промышленных объектов на литосферу.
14. Характеристика загрязнений природных вод при добыче и переработке минерального сырья
15. Взаимосвязь экологических и социальных проблем развитых промышленных агломераций.

Примеры тестовых заданий

Тест на тему: «Антропогенное воздействие на атмосферу»

Выберите несколько вариантов ответов.

1. Перечислите особенности атмосферы:
 - а) высокая подвижность, изменчивость
 - б) высокая заселенность микроорганизмами
 - в) своеобразие молекулярных реакций
 - г) единообразие давления по всей толщине
 - д) защищает Землю от воздействия космоса.

Выберите один правильный ответ.

2. Явление при котором внизу расположен более холодный воздух, а сверху более теплый. Это...
 - а) тепловая инверсия
 - б) диффузия
 - в) осмос
 - г) стратосфера

Выберите один правильный ответ.

3. Альбедо – это...

- а) отношение поглощенного излучения к падающему
- б) отношение падающего излучения к поглощенному
- в) отношение отраженного излучения к падающему
- г) отношение поглощенного излучения к отраженному

Выберите один правильный ответ.

4. Термосфера расположена на высоте

- а) 500-600 м
- б) 20-30 км
- в) 500-600 км
- г) 18-50 км

Выберите один правильный ответ.

5. Давление изменяется в атмосфере следующим образом

- а) увеличивается с увеличением высоты
- б) уменьшается с увеличением высоты
- в) увеличивается с уменьшением высоты
- г) уменьшается с уменьшением высоты

Выберите один правильный ответ.

6. Загрязнения атмосферы бывают

- а) глобальные, региональные, локальные
- б) местные, объектные, мировые
- в) с/х, промышленные, природоохранные
- г) стратосферные, литосферные, термосферные

Выберите несколько вариантов ответов.

7. К естественным загрязнителям воздуха относят

- а) вулканы
- б) пыль
- в) транспорт
- г) космическая пыль
- д) ТЭЦ

Выберите один правильный ответ.

8. Как называется ГОСТ 17.0.004-90?

- а) геологический паспорт промышленного предприятия
- б) гидрологический паспорт промышленного предприятия
- в) экологический паспорт промышленного предприятия
- г) паспорт загрязнения атмосферы промышленным предприятием

Выберите один правильный ответ.

9. Максимальное значение приземной концентрации определяется по формуле

а) $C_m = \frac{AMFmh}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$

б) $C_m = \frac{MFmh}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$

$$в) C_m = \frac{Mmh}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

$$г) C_m = \frac{MFmh}{H^2 \sqrt[3]{V_1}}$$

Выберите несколько вариантов ответов.

10. Загрязнитель платит за...

- а) выброс загрязняющих веществ в установленных пределах
- в) выброс загрязняющих веществ не превышающих лимит
- г) выброс загрязняющих веществ ниже установленных пределов
- д) выбросы загрязняющих веществ превышающих лимит

Тест на тему: «Антропогенное воздействие на гидросферу»

Выберите один правильный ответ.

1. Сколько установлено классов опасности воды?
 - а) 2
 - б) 4
 - в) 6
 - г) 3

Выберите один правильный ответ.

2. Разностью между установленной нормативной нагрузкой и уже существующей определяется...
 - а) АДЭН
 - б) ЛПВ
 - в) ПДН
 - г) ПДК

Выберите один правильный ответ.

3. Масса вещества в сточных водах максимально доступная к отведению в единицу времени – это...
 - а) ПДС
 - б) ПДН
 - в) ПДК
 - г) ЛПВ

Выберите один правильный ответ.

4. Каким показателем характеризуются растворимые в воде вещества, оказывающие негативное влияние?
 - а) ПДЭН
 - б) ПДК
 - в) ПДС
 - г) ПДВ

Выберите один правильный ответ.

5. Целью этого показателя является снижение уровня загрязнения водных объектов...
 - а) ЛПД
 - б) ПДН
 - в) ПДЭН
 - г) ПДС

Выберите несколько правильных ответов.

6. Источники загрязнения водных объектов в зависимости от характера поступления стоков в водоем могут быть...

- а) организованные
- б) стационарные
- в) неорганизованные
- г) линейные

Выберите несколько правильных ответов.

7.Сбросы могут быть...

- а) точечные
- в) организованные
- г) не организованные
- д) не точечные

Выберите несколько правильных ответов.

1. Показатели вредности сточных вод бывают..

- а) общесанитарные
- б) стационарные
- в) органолептические
- г) линейные

Выберите один правильный ответ.

9.Сколько существует основных показателей для нормирования питьевой воды?

- а) 10
- б) 4
- в) 11
- г) 24

Выберите один правильный ответ.

10.Для борьбы с загрязнением вод существует...

- а) два подхода
- б) четыре подхода
- в) три подхода
- г) пять подходов.

УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

Тема: «Антропогенное воздействие на атмосферу»

1. В помещении длиной А, шириной В и высотой Н разбился медицинский ртутный термометр. Вся ртуть испарилась. Вес испарившейся ртути М. $\text{ПДК}_{\text{Hg}} = 0,0003 \text{ мг/м}^3$. Можно ли находиться в этом помещении с образовавшимися парами ртути? Какой объем должно иметь помещение, чтобы в нем можно было находиться при таком общем количестве ртути в воздухе? Данные для расчета приведены в таблице:

№ варианта	А, м	В, м	Н, м	М, г
1	6	3	3,0	0,5
2	8	6	3,0	1,0
3	6	4	3,2	1,5
4	10	8	3,2	2,0
5	12	8	3,2	2,5
6	9	5	3,2	0,5
7	7	6	3,5	1,0

8	11	7	3,5	1,5
9	12	7	3,8	2,0
10	7	5	3,8	2,5

2. В помещении длиной А, шириной В и высотой Н разбили люминесцентную лампу. В воздух попали пары ртутисодержащего соединения с массой по металлической ртути М. ПДК_{Hg} = 0,0003 мг/м³. Можно ли находиться в данном помещении? Какой объем должно иметь помещение, чтобы в нем можно было находиться при таком общем количестве ртути в воздухе? Данные для расчета приведены в таблице:

№ варианта	А, м	В, м	Н, м	М, мг
1	6	3	3,0	1,0
2	8	6	3,0	2,0
3	6	4	3,2	3,0
4	10	8	3,2	4,0
5	12	8	3,2	5,0
6	9	5	3,2	6,0
7	7	6	3,5	7,0
8	11	7	3,5	8,0
9	12	7	3,8	9,0
10	7	5	3,8	10,0

3. Рассчитайте величину выбросов оксида углерода, углеводородов и оксидов азота двух единиц автотранспорта А и В. Определите суммарный выброс каждой из единиц автотранспорта. Сравните выбросы отдельных загрязняющих веществ и суммарные выбросы для двух единиц автотранспорта А и В. Данные для расчета приведены в таблице:

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип авто А	автобус	л/а инд.	л/а инд.	груз.	л/а инд.	груз.	груз.	груз.	груз.	л/а инд.
Тип двигателя А	дизель	бензин	бензин	дизель	бензин	дизель	дизель	дизель	бензин	бензин
Пробег А, тыс. км	80	180	50	250	190	320	260	320	200	220
Год выпуска А	2000	1997	1996	1998	1999	1998	1998	2000	1998	2000
Тип авто В	автобус	л/а служ	л/а служ	груз	груз	автобус	автобус	груз	автобус	груз
Тип двигателя В	бензин	бензин	бензин	бензин	бензин	бензин	дизель	бензин	дизель	бензин
Пробег В	80	180	50	250	190	320	260	320	200	220
Год выпуска	2000	1997	1996	1998	1999	1998	2000	2000	2000	2000

Б										
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание: л/а инд. – легковой автомобиль индивидуального пользования;
л/а служ. – легковой автомобиль служебного пользования; дизель – дизельный двигатель; бензин – бензиновый двигатель; груз. – грузовой автомобиль

4. Загорелся бак с бензином ёмкостью 5000 м³. Пожар был потушен. Определите массу выброшенного в атмосферу:

- а) диоксида серы (SO₂);
- б) сероводорода (H₂S);
- в) диоксида азота (NO₂);
- г) бензапирена;
- д) сажи;
- е) оксида (CO) и диоксида углерода (CO₂);
- ж) углеводородов.

Данные для расчета приведены в таблице:

№ варианта	1	2	3	4	5
Мс, т	30	45	50	40	35

5. В результате образования свища на продуктопроводе по данным учета владельца, было утеряно М_п бензина. Определите массу поглощенного почвой бензина и массу сгоревшего бензина. Рассчитайте массу выбросов в атмосферу:

- а) диоксида серы (SO₂);
- б) сероводорода (H₂S);
- в) диоксида азота (NO₂);
- г) бензапирена;
- д) сажи;
- е) оксида (CO) и диоксида углерода (CO₂);
- ж) углеводородов.

Данные для расчета приведены в таблице:

№ варианта	1	2	3	4	5
М _п , т	650	700	770	610	450
F, м ²	500	550	600	480	340
H, м	0,3	0,4	0,45	0,25	0,25
C, г/кг	42	40	43	41	42

6. Загорелся мазут. Определите массу сгоревшего мазута. Определить массу выброшенного в атмосферу:

- в) диоксида серы (SO₂);
- г) сероводорода (H₂S);
- д) диоксида азота (NO₂);
- е) бензапирена;
- ж) сажи;
- з) оксида (CO) и диоксида углерода (CO₂);
- и) углеводородов.

Площадь пожара, плотность мазута, продолжительность пожара, скорость ветра во время пожара приведены в таблице:

№ варианта	1	2	3	4	5
S, м ²	75	90	100	80	95
ρ, кг/м ³	890	920	1000	900	950

t, мин	13	17	20	15	25
W, м/с	3	4	4	3	4

7. При сжигании углеводородного топлива в котельной за год выбрасывается пять загрязняющих веществ: SO₂, CO, NO, NO₂ и золы. Котельная работает без аварий в течение отопительного сезона и расположена в жилой зоне. Рассчитайте максимально допустимую концентрацию загрязняющих веществ вблизи устья трубы См. Сделайте вывод о соответствии качества воздуха нормативам и о возможности установления нормативов допустимых выбросов в атмосферу. Укажите мероприятия, которые позволят достичь нормативов ПДВ. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица – 1

Вредные примеси в воздухе	Химич. формула	Коэффициенты			Разовая доза ПДК, мг/м ³		ЛПВ
		F	m	n	Максим	Ср.сут	
Пыль, зола		3	1	1	0,05	0,02	3
Оксид углерода	CO	1	1	1	5	3	3
Оксид азота	NO	1	1	1	0,4	0,06	3
Сернистый ангидрид	SO ₂	1	1	1	0,5	0,05	3
Двуокись азота	NO ₂	1	1	1	0,085	0,04	3

Фоновые концентрации загрязнителей СФ приведены в таблице:

№ варианта	Высота трубы Н, м	Объем газовоздушной смеси, Q, м ³ /с	ΔТ, °С	Фоновая концентрация загрязнителей С _ф , мг/м ³				
				Пыль, зола	Оксид углерода	Оксид азота	Диоксид серы	Диоксид азота
1	46	60	450	0,003	0,60	0,013	0,004	0,0019
2	57	75	360	0,005	0,65	0,012	0,004	0,0018
3	15	2,0	256	0,007	0,70	0,010	0,005	0,0017
4	35	120	400	0,008	0,75	0,008	0,005	0,0017
5	20	80	600	0,010	0,80	0,007	0,005	0,0015
6	16	3	243	0,003	0,85	0,005	0,006	0,0014
7	18	4	250	0,005	0,90	0,003	0,006	0,0013
8	32	100	270	0,007	0,95	0,002	0,006	0,0011
9	12	2,5	291,6	0,008	1,00	0,017	0,007	0,0010
10	21	14	196	0,010	1,05	0,015	0,007	0,0009
11	14	3	333	0,003	1,10	0,013	0,007	0,0009
12	22	9,3	294	0,005	1,15	0,012	0,008	0,0008
13	16	5,5	242	0,007	1,20	0,010	0,008	0,0007
14	23	6	288	0,008	1,25	0,008	0,008	0,0007
15	19	7	392	0,003	1,30	0,007	0,009	0,0006
16	14	4	432	0,005	1,35	0,005	0,009	0,0005
17	16	4,8	360	0,007	1,40	0,003	0,009	0,0005
18	46	67,5	400	0,008	1,50	0,002	0,010	0,0004
19	30	90	300	0,007	0,50	0,017	0,003	0,0020

20	25	100	480	0,010	0,55	0/015	0,004	0,0019
----	----	-----	-----	-------	------	-------	-------	--------

Фактические выбросы загрязняющих веществ M приведены в таблице:

№ варианта	Фактические выбросы загрязняющих веществ M , г/с				
	Пыль, зола	Оксид углерода	Оксид азота	Диоксид серы	Диоксид азота
1	0,83	5,5	0,67	0,60	0,57
2	0,60	4,8	0,43	0,37	0,33
3	0,40	4,2	0,23	0,17	0,13
4	0,87	5,6	0,70	0,63	0,60
5	0,47	4,4	0,30	0,23	0,20
6	0,30	3,9	0,13	0,07	0,03
7	0,43	4,3	0,27	0,20	0,17
8	0,90	5,7	0,73	0,67	0,63
9	0,37	4,1	0,20	0,13	0,10
10	0,50	4,5	0,33	0,27	0,23
11	0,80	5,4	0,63	0,57	0,53
12	0,57	4,7	0,40	0,33	0,30
13	0,53	4,6	0,37	0,30	0,27
14	0,93	5,8	0,77	0,70	0,67
15	0,97	5,9	0,80	0,73	0,70
16	1,00	6,0	0,83	0,77	0,73
17	1,03	6,1	0,87	0,80	0,77
18	1,07	6,2	0,90	0,83	0,80
19	1,10	6,3	0,93	0,87	0,83
20	1,13	6,4	0,97	0,90	0,87

Тема: «Антропогенное воздействие на гидросферу»

1. Определите необходимую степень очистки производственных сточных вод от вредных веществ, если в сточных водах содержатся следующие загрязнители:

$$C_{\text{ис Ni}} = 1,15 \text{ мг/л}, C_{\text{ис Mo}} = 1,1 \text{ мг/л}, C_{\text{ис As}} = 0,6 \text{ мг/л}.$$

Кратность разбавления сточных вод $n = 65$. Вода до места сброса характеризуется следующими показателями:

$$C_{\text{ф Ni}} = 0,003 \text{ мг/л}, C_{\text{ф Mo}} = 0,15 \text{ мг/л}, C_{\text{ф As}} = 0,002 \text{ мг/л}.$$

ПДК указанных веществ: $\text{ПДК}_{\text{Ni}} = 0,1 \text{ мг/л}$, $\text{ПДК}_{\text{Mo}} = 0,5 \text{ мг/л}$, $\text{ПДК}_{\text{As}} = 0,05 \text{ мг/л}$.

2. На заводе сточные воды, содержащие $C_{\text{ис Ni}} = 1,35 \text{ мг/л}$, $C_{\text{ис Mo}} = 1,1 \text{ мг/л}$, $C_{\text{ис As}} = 0,7 \text{ мг/л}$, пропускают через очистные сооружения, достигается 60 % степени очистки. После очистки сточные воды сбрасывают в водоем. Кратность разбавления $n = 65$. Фоновые концентрации в воде этих веществ $C_{\text{ф Ni}} = 0,001 \text{ мг/л}$, $C_{\text{ф Ni}} = 0,2 \text{ мг/л}$, $C_{\text{ф As}} = 0,002 \text{ мг/л}$. Предельно допустимые концентрации $\text{ПДК}_{\text{Ni}} = 0,1 \text{ мг/л}$, $\text{ПДК}_{\text{Mo}} = 0,5 \text{ мг/л}$, $\text{ПДК}_{\text{As}} = 0,05 \text{ мг/л}$. Определить, соответствует ли санитарным нормам вода в водоеме после сброса очищенных сточных вод.

3. Сточные воды механического цеха машиностроительного завода сбрасывают в водоем хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Степень очистки сточных вод 30 %. Кратность разбавления $n = 60$. Состав сточных вод, фоновые и исходные концентрации приведены в таблице.

Загрязняющее вещество	ПДК, мг/м ³	Группа ЛПВ	$C_{\text{ф}}$, мг/м ³	$C_{\text{ис}}$, мг/м ³
Минеральные масла	0,1	орг.	0,003	30

Аммиак	1,5 (по азоту)	орг.	0,01	3
Хлориды	350	орг.	0,1	400
Натрий	200	с.-т.	0,8	300

Определить, соответствует ли санитарным нормам вода в водоеме после сброса очищенных сточных вод. Если не соответствует, определить необходимую степень очистки. Предложить способы очистки сточных вод.

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Каждый студент должен вести лабораторный журнал. Все записи должны быть четкими и аккуратными. В журнале записывают схему проведения анализа, результаты работы и промежуточные расчеты.

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, рисунки, таблицы и итоговые расчеты, выводы.

1. Организационно правовые основы инженерной экологии

Требования к оформлению отчета

Заполнить сравнительную таблицу. Отчет завершить выводами.

2. Расчет предотвращенного экологического ущерба от проведения природоохранного мероприятия

Требования к оформлению отчета

Заполнить предлагаемую таблицу. Отчет завершить выводами.

3. Расчет экономической и экологической целесообразности внедрения природоохранных мероприятий и эффективности инвестиций

Требования к оформлению отчета

Заполнить предлагаемую таблицу. Отчет завершить выводами.

4. Учет уровня загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо привести следующие данные:

- название предприятия;
- характеристики источника выбросов (высота и диаметр устья трубы, температура ГВС);
- характеристика выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (название, ПДКс.с.; объем выброса);
- значение опасной скорости ветра U_{max} ;
- результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой;
- конечные результаты (концентрацию каждого из выбрасываемых загрязняющих веществ на расстоянии 500 м от источника выброса, при этом точность расчета концентрации загрязняющего вещества должна соответствовать точности табличного значения его ПДКс.с.).

Отчет завершить выводами.

5. Расчет предельно допустимых выбросов и минимальной высоты источника выбросов предприятия

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- номер варианта с указанием сочетания названий предприятий;
- результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой;
- конечные результаты.

Отчет завершить выводами

6. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- наименование предприятия;
- характеристики его источника выбросов;
- результаты промежуточных расчетов;
- конечные результаты;
- выполненный в масштабе чертеж (рисунок) СЗЗ предприятия.

Отчет завершить выводами.

7. Определение категории экологической опасности предприятия по выбросам в атмосферу.

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- наименование предприятия;
- характеристики его источника выбросов;
- результаты промежуточных расчетов;
- конечные результаты;
- заполненную таблицу 8.

Отчет завершить выводами.

8. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников

При расчете платы за загрязнение атмосферного воздуха стационарными источниками (примеры 1-3) исходные данные и необходимые расчеты удобно свести в таблицу 2.

Нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу найти в нормативном акте (постановление правительства РФ №344 от 12.06.2003 г.).

Предоставить следующие сведения:

Всего плата по норме (ПДВ) –

Всего плата за ВСВ –

Всего плата сверх нормы (ВСЛ) –

Сумма к оплате –

Отчет завершить выводами.

9. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников

Рассчитать плату за выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников загрязнения. Нормативы платы за 2013 год даны в приложении 2. При решении задач необходимо заполнить таблицу 2.

10. Расчет экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу промышленным предприятием

Требования к оформлению отчета

Оценить экологический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами конкретного источника, сравнить его величину с фактической платой за выброс. Отчет завершить выводами.

11. Оценка загрязнения атмосферного воздуха города

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо представить следующие данные:

- характеристики ЗВ;
- результаты промежуточных расчетов;
- конечные результаты;
- заполненную таблицу 11.

Отчет завершить выводами.

12. Расчет экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха точечными источниками выбросов

Требования к оформлению отчета

В отчете необходимо привести следующие данные:

- номер варианта с указанием названия предприятия;
- результаты промежуточных расчетов с точностью 3 знака после запятой; конечные результаты в виде двух таблиц: первая характеризует г. Благовещенск с помощью проведенных расчетов, вторая - указанное предприятие.

13. Интегральная и комплексная оценка качества воды

Требования к оформлению отчета

Рассчитать ИЗВ и определить класс качества водного объекта за исследуемый период времени, заполнив таблицу 3. Сделать вывод об экологическом состоянии реки за данный период времени.

14. Расчет необходимой степени очистки сточных вод

Требования к оформлению отчета

Определить, соответствует ли санитарным нормам вода в водоеме после сброса очищенных сточных вод. Если не соответствует, определите необходимую степень очистки. Предложить способы очистки сточных вод.

15. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем

Требования к оформлению отчета

Рассчитать общую плату за загрязнение водного объекта по имеющимся данным на 2008 г., приведенным в таблице 1, и заполнить ее необходимыми расчетами. Отчет завершить выводами.

16. Гигиеническая оценка почв населенных пунктов

Требования к оформлению отчета

Определить уровень загрязнения почвы населенного пункта и дать характеристику изменения здоровья населения, проживающего на загрязненном участке. Отчет завершить выводами.

17. Определение класса опасности отходов

Требования к оформлению отчета

Рассчитать класс опасности отходов. Отчет завершить выводами.

18. Расчет платы за размещение отходов

Требования к оформлению отчета

Рассчитать плату за размещение отходов. Отчет завершить выводами.

19. Оценка акустического загрязнения городской территории

Требования к оформлению отчета

В соответствии с данными варианта (табл 5) рассчитать следующие величины:

- допустимый уровень звукового давления $L_{доп}$, дБА с учетом поправок (табл 4);
- фактический уровень звукового давления, создаваемого источником шума на территории жилой застройки $L_{фак}$, дБА (формула 4);
- сравнить фактический и допустимый уровни звукового давления.

В соответствии с данными варианта (табл 5) рассчитать следующие величины:

- допустимый уровень звукового давления $L_{доп}$, дБА с учетом поправок (табл 4);

- фактический уровень звукового давления, создаваемого источником шума на территории жилой застройки $L_{фак}$, дБА (формула 4);
 - сравнить фактический и допустимый уровни звукового давления.
- Отчет завершить выводами.

20. Оценка радиоактивного загрязнения окружающей среды

Требования к оформлению отчета

В соответствии с данными варианта (табл 4) рассчитать следующие величины:

- эквивалентную дозу (формула 5)
- эффективную эквивалентную дозу (формула 7)

Сравнить полученные данные с ПДД для соответствующей группы критических органов и категории облучаемых лиц (табл 3)

В соответствии с данными варианта (табл 4) рассчитать следующие величины:

- эквивалентную дозу (формула 5)
- эффективную эквивалентную дозу (формула 7)

Сравнить полученные данные с ПДД для соответствующей группы критических органов и категории облучаемых лиц (табл 3).

Вопросы к зачету

1. Системный подход в промышленной экологии. Отрасли промышленности и крупные производства как большие антропогенные системы.
2. Структура взаимодействий промышленного предприятия с окружающей средой. Окружающая среда как большая система.
3. Общие показатели взаимодействий окружающей среды и антропогенных систем. Характерные влияния отдельных производств. Машиностроение. Добывающая, химическая промышленность Радиоэлектронное производство.
4. Технология основных промышленных производств как системный процесс; характеристика сырья, физико-химические основы технологических процессов, технологические схемы и оборудование; характерные экологические проблемы и пути их решения.
5. Системный и информационный подход к описанию техносферы. Промышленное производство как сложная эрготехническая система. Математические, термодинамические модели потоков энергии, вещества и информации в техносфере.
6. Методы неравновесной статистической термодинамики для описания взаимодействия окружающей среды и техноосферы. Информационные процессы в экологии. Определения допустимых уровней взаимодействия. Критерии экологичности производства.
7. Информационные потоки и управление промышленным предприятием с учетом состояния окружающей среды.
8. Экологическая стратегия и политика развития производства; развитие экологически чистого производства, создание принципиально новых и реконструкция существующих производств; комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов;
9. Отходы производства и потребления. Отходы очистных сооружений, зола, шлаки, металлы, кислоты, щелочи. Определение нормы отходов.
10. Побочные продукты производств. Вторичные материальные ресурсы.
11. Создание замкнутых производственных циклов, замкнутых систем промышленного водоснабжения; комбинирование и кооперация производств;
12. Учет расхода экологических ресурсов и воздействий производств на экологические ресурсы производства, в которых расход экологических ресурсов не превышает их воспроизведение.
13. Основные направления экологизации производства. Разработка новых ресурсосберегающих технологий. Оптимизация контроля ресурсов, многократное использование ресурсов, рекультивация окружающей среды.

14. Суммарные эффекты экологических мероприятий на производстве. Комплексное решение экономии сырья и энергии.
15. Концепция ноосферы В.И.Вернадского. Научный фундамент гармонизации производственной деятельности.
16. Применение достижений информатики, теории управления и синергетики для экологизации производства
17. Принципы Онсагера, Пригожина, принцип минимизации диссипации энергии. Саморегуляция материи как естественный процесс.
18. Механизмы отбора адаптационного и бифуркационного типа. Принцип минимизации роста энтропии, принцип максимизации информации.
19. Принцип увеличения разнообразия видового состава биосферы. Принцип гомеостазиса биосферы (отрицательные обратные связи). Закон Ле-Шателье и закон дивергенции как основа гармонического развития техносферы.
20. Существование компромиса в конфликтных экологических ситуациях - принцип Гермейера-Вателя. Экологизация производства и природоохранные мероприятия. Принцип коэволюции.
21. Легкие и тяжелые работы на производстве. Уровень тепловыделения.
22. Тепловой баланс человека. Его составляющие и диапазон тепловыделения.
23. ПДК наиболее распространенных вредных испарений на производстве.
24. Интегральный показатель самочувствия человека. Его недоработки.
25. Балл рабочего места. Методика его расчета и трудности аппаратурного обеспечения контроля вредных факторов.
26. Аппаратура интегральной оценки вредности производственной среды.
27. Процессы очистки промышленных газов: нейтрализация, осаждение, окисление и восстановление.
28. Процессы электрофлотации и электролиза.
29. Рекуперация газов от растворителей.
30. Типы адсорберов. Повышение производительности установок.
31. Методы осушки газов: физический, адсорбционный, с помощью силикогелей.
32. Методы очистки промышленных сточных вод: механический, физико-химический и биологический.
33. Аэробный анаэробный процессы очистки вод.
34. Нейтрализация сточных вод. Окисление и восстановление токсичных примесей.
35. Электрофлотация. Принцип построения установок.
36. Мембранная сепарация. Принцип построения электродиализной установки.
37. Общеобменная вентиляция. Расчет воздухообмена при выделении вредных паров, газов и влаги.
38. Расчет воздухообмена при выделении стандартного производственного участка.
39. Очистка воздуха от пыли. Схемы пылеуловителей. Типы электрофильтров. Адсорберы.
40. Местная вентиляция. Расчет необходимого количества удаляемого воздуха.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии– обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;

- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Практикум по инженерной экологии/ Сост.: Л.П. Панова. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2017. – 140 с. (50 экз)
2. Ларионов, Н. М. Промышленная экология : учебник и практикум для вузов / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – 2-е изд., перераб. и доп. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 382 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/468559>
3. Куклев, Ю.И. Физическая экология: Учеб.пособие / Ю.И. Куклев. 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2003. – 357 с. (16 экз)
4. Экологическая экспертиза: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Донченко, В.М. Питулько, В.В. Растоскуев и др.; Под ред. В.М. Питулько. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 480 с. (12 экз)

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru>.
2. Портал научной электронной библиотеки - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Сайт Министерства науки и высшего образования РФ. - Режим доступа: <https://minobrnauki.gov.ru>.
4. Сайт Министерства просвещения РФ. - Режим доступа: <https://edu.gov.ru>.
5. Сайт о химии <http://www.xumuk.ru/>
6. Популярная библиотека химических элементов <http://n-t.ru/ri/ps/>
7. Электронная библиотека по химии <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>
8. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. <http://www.mnr.gov.ru>
9. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. <http://control.mnr.gov.ru>
10. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор). <http://www.gosnadzor.ru/>

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник [http:// polpred.com/news](http://polpred.com/news).
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащенные учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется **Лаборатория общей химии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект учебной мебели
- Телевизор (1 шт.)
- Фотоэлектрорадиометр (1 шт.)
- Водонагреватель (1 шт.)
- Нагреватель для пробирок (1 шт.)
- Шкаф вытяжной (1 шт.)
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Электроплита (3 шт.)
- Доска для сушки посуды (1 шт.)
- Набор посуды принадлежностей для демонстрационных опытов по химии
- Столик подъемный (1 шт.)
- Штатив для демонстрационных пробирок ПХ-21 (10 шт.)
- Штатив металлический ШЛБ (10 шт.)
- Экран фоновый черно белый (двусторонний) (1 шт.)
- Аппарат Киппа (1 шт.)
- Микроскоп «Микмед-1» (6 шт.)
- Автоклав (1 шт.)
- Барометр (1 шт.)
- Комнатный термометр (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Инженерная экология»
- Программное обеспечение «Рабочее место эколога»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Панова Л.П., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений в РПД для реализации в 2021/2022 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 1 от 8 сентября 2021 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 96	
Исключить:	Включить:
	В пункт 9.3: ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 26 мая 2022 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 95	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	