

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
Сибайский институт (филиал) УУНиТ
Естественно-математический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан И.В. Суюндуков
(подпись, инициалы, фамилия)
«20» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техногенные системы и экологический риск

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 05.03.06 Экология и природопользование

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) Экология

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очно-заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование, направленность (профиль, специализация) Экология, одобренного ученым советом СИ (филиала) УУНиТ (протокол №8 от 19.03.2025) и утвержденного директором 19.03.2025.

Заведующий кафедрой естественных наук
(наименование кафедры разработчика программы)



Ягафарова Г.А.
(Ф.И.О.)

(подпись)

Разработчик программы



Бускунова Г.Г.
(Ф.И.О.)

(подпись)

Руководитель образовательной программы



Ягафарова Г.А.
(Ф.И.О.)

(подпись)

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Дисциплина «Техногенные системы и экологический риск» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана данного направления подготовки. Дисциплина изучается на 5 курсе в 10 семестре очно-заочной формы обучения.

Цель дисциплины: ознакомление и изучение современных концептуальных основ и методологических подходов, направленных на решение проблемы обеспечения безопасности и устойчивого взаимодействия человека с природной средой.

1.2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
УК-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций	УК 8.1. Знает: научно обоснованные способы поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций; виды опасных ситуаций; способы преодоления опасных ситуаций; приемы первой медицинской помощи; основы медицинских знаний.
		УК 8.2. Умеет: создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; различать факторы, влекущие возникновение опасных ситуаций; предотвращать возникновение опасных ситуаций, в том числе на основе приемов по оказанию первой медицинской помощи и базовых медицинских знаний.
		УК 8.3. Владеет: навыками создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, а также предотвращения возникновения опасных ситуаций; приемами первой медицинской помощи; базовыми медицинскими знаниями, необходимыми для поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.
ОПК-5	Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и	ОПК 5.1. Знает: стандартные и оригинальные программные продукты для сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической информации, в том числе геоинформационных технологий; принципы работы информационных технологий.
		ОПК 5.2. Умеет: решать стандартные задачи

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>	
	охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.	профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий. ОПК 5.3. Владеет: принципами работы информационных технологий и способами решения стандартных задач профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет **3** зачетные единицы (з.е.), **108** академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	49,2	49,2
в том числе:	48	48
лекции	22	22
лабораторные занятия	26	26
практические занятия	-	-
Другие виды работ в соответствии с УП: - эссе - контрольная работа - и др.	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	22,8	22,8
Контактная работа по промежуточной аттестации	1,2	1,2
в том числе:	1,2	1,2
зачет	1,2	1,2
зачет с оценкой	-	-
курсовая работа (проект)	-	-
экзамен	36	36

3. Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности				Формы текущего контроля успеваемости
		Лек., час	Лаб. раб., час	Практ. раб., час	СРС, час	
1.	Введение. Техногенные системы и экологический риск	2	2	-	2	СТ, Т
2.	Окружающая среда как система	2	2	-	2	СТ, Т
3.	Опасные природные явления	2	2	-	2	ИЗ1, СТ, Т
4.	Техногенные системы, их взаимодействие с окружающей средой	2	2	-	2	СТ, Т
5.	Риск и экологический риск	4	4	-	4	СТ, Т
6	Оценка экологического риска	4	8		4	ИЗ2, СТ, Т
7	Технические аварии и катастрофы	4	2		2	СТ, Т
8	Меры по ликвидации последствий аварий	2	4		2,8	ИЗ3, СТ, Т

ИЗ-индивидуальное задание, СТ-словарь терминов, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – защита (проверка) рефератов, ИКР-индивидуальная контрольная работа, БРС – модульно-рейтинговая система

Таблица 4 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	Оценка состояния здоровья населения в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия»	2
2	Оценка состояния атмосферы в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».	2
3	Оценка состояния водных ресурсов в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».	2
4	Оценка состояния почвенного покрова и ландшафтов в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия»	2
5	Расчет и оценка основных медико-биологических показателей здоровья человека	2
6	Расчет стандартизованных показателей населения.	2
7	Построение вариационных рядов при исследовании проб с загрязнителями объектов окружающей среды и исследовании заболеваемости населения. Анализ вариационных рядов и определение процентилей	2
8	Определение наиболее опасных токсикантов, загрязняющих окружающую среду	2
9-10	Анализ путей миграции химических веществ от источника до реципиента.	4
11	Расчет канцерогенного риска и индекса опасности химических веществ	2

12-13	Расчет потенциального риска для здоровья с помощью пробит-анализа	4
Итого		26

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№	Наименование практических занятий	Объем, час.
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Итого		-

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости Тестовые задания

1. Техносферой называется:

- а) среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на биосферу +
- б) развитие энергетики
- в) городская и бытовая среда

2. Какие вещества и химические элементы из перечисленных относятся к группе особо опасных веществ:

- а) железо
- б) ртуть
- в) марганец
- г) серебро

3. Безопасность жизнедеятельности человека в техносфере:

- а) безопасность труда
- б) обеспечение комфортных или допустимых условий труда
- в) это комплексное обеспечение безопасности в совокупности систем «человек-среда обитания» для техногенных условий обитания +

4. Техносферная безопасность:

- а) сфера научной и практической деятельности, направленная на создание и поддержание техносферного пространства в качественном состоянии +
- б) защита природной окружающей среды
- в) система научных знаний

5. Защита окружающей среды:

- а) неукоснительное соблюдение требований безопасности
- б) достижение техносферной безопасности
- в) комплекс научных и практических знаний, направленных на сохранение качественного состояния биосферы +

6. Термин «опасность» применительно к БЖД:

- а) причинение ущерба живой и неживой материи
- б) это негативное свойство систем материального мира, приводящее человека к потере здоровья или гибели +
- в) вероятность проявления опасности

7. Термин «опасность» применительно к защите окружающей среды:

- а) определяет опасность всего материального мира
- б) нарушение системы защиты окружающей среды
- в) негативное свойство систем материального мира, приводящее природу к деградации и

разрушению +

8. «Источник опасности»:

- а) негативное влияние на человека и природу отходов, интенсивности энергетических излучений, техногенный риск +
- б) компоненты техносферы
- в) компоненты биосферы

9. Суть аксиомы о воздействии среды обитания на человека:

- а) позитивное воздействие среды обитания
- б) воздействие определяющих параметров негативных воздействий
- в) воздействие среды обитания на человека может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков +

10. Естественные опасности обусловлены:

- а) землетрясениями
- б) климатическими явлениями, естественной освещенностью, стихийными явлениями происходящими в биосфере +
- в) изменением погодных условий

11. Потенциальная опасность:

- а) угроза, не связанная с пространством и временем воздействия +
- б) все компоненты среды обитания
- в) любое позитивное действие человека

12. Реальная опасность:

- а) реальное воздействие на человека
- б) связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты, всегда координирована в пространстве и времени +
- в) ситуация, при которой опасность реализуется

13. Чрезвычайным происшествием является:

- а) событие происходящее кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей +
- б) стихийное бедствие
- в) событие с избирательной способностью

14. Какой из отработанных газов является опасным для жизни человека:

- а) кислородный
- б) углекислый
- в) окись углерода +

15. Что негативно влияет на участки дорожного движения:

- а) повышения уровня шума +
- б) резкое торможение
- в) превышение скорости

16. Что является основным фактором в случае соприкосновения человека с электрическим током:

- а) скорость тока
- б) сила тока +
- в) действие тока

17. Проходит ли ток через все тело человека:

- а) нет
- б) проходит только частично
- в) да +

18. Что происходит с человеком при переменном токе с силой 0,6-1,5:

- а) шок
- б) дрожание пальцев +
- в) судороги

19. Что происходит с человеком при переменном токе с силой 2-3А:

- а) судороги в ногах
- б) судороги в руках

в) сильное дрожание пальцев +

20. Что происходит с человеком при переменном токе с силой 50-80А:

а) смерть

б) судороги, затруднено дыхание +

в) остановка дыхания

Критерии оценки тестовых заданий для студентов очно-заочной формы обучения (оценка):

Процент правильных ответов	Оценка
90 - 100 %	отлично
80 - 89 %	хорошо
60 – 79 %	удовлетворительно
45 – 59 %	неудовлетворительно

Темы рефератов по дисциплине «Техногенные системы и экологический риск»

- Экологический риск, связанный с эксплуатацией нефте- и газопроводов.
- Геодинамические процессы в литосфере под воздействием техногенных факторов.
- Оценка экологического риска, связанного с эксплуатацией нефтяных месторождений.
- Оценка экологического риска на предприятиях химической промышленности.
- Структура и виды экологического ущерба. Ущерб компонентам природных сред при разливах нефти.
- Оценка экологического риска при эксплуатации АЭС.
- Оценка риска, связанного с эксплуатацией объектов ядерно-топливного цикла на различных стадиях его функционирования.
- Оценка экологического риска на угольных месторождениях.
- Основные стадии анализа техногенного риска на промышленных объектах. Современные подходы.
- Опасные природные явления под воздействием антропогенных факторов.
- Приёмлемость и нормирование экологического риска.
- Оценка риска здоровью человека при воздействии химических веществ на его организм.
- Оценка риска поражения населения при авариях на химически опасных объектах.
- Оценка экологической опасности при несанкционированном размещении отходов.
- Оползневые явления на урбанизированных территориях
- Оценка экологического риска в топливно-энергетическом комплексе.
- Астероидно-кометная опасность и защита от неё.
- Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера в Республике Башкортостан — оценка и прогноз.
- Учёт и управление экологическими рисками для населения от загрязнений окружающей среды.
- Программные методы и средства для расчёта рисков.
- Методы и способы оценки рисков для здоровья от загрязнения природных сред тяжёлыми металлами.
- Геохимические особенности распределения тяжёлых металлов в почвах и связь с заболеваемостью населения.

Критерии оценки рефератов для студентов очно-заочной формы обучения (оценка):

Оценка «отлично», ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ

различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо», ставится, если выполнены основные требования к реферата и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно», ставится, если имеются существенные отступления от требований к реферату. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно», ставится, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

Рейтинг – план дисциплины (при необходимости)

Техногенные системы и экологический риск

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление **Экология и природопользование**
 Направленность (профиль) подготовки **Экология**
 курс 5, семестр 10
 Таблица 6.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Введение. Техногенные системы и экологический риск				
Текущий контроль			12	16
1. Словарь терминов	2	1	2	2
2. Решение экспериментальных и расчетных задач	-	10 задач	1	3
3. Работа при обсуждении вопросов аудиторной работы	2	4	3	8
4. Отчет по лабораторной работе	1	3	3	3
Рубежный контроль			6	10
1. Контрольная работа №1	-	5	3	5
2. Индивидуальное задание №1	-	2	1	2
3. Тестовый контроль	-	20 заданий	2	3
Модуль 2. Техногенные системы, их взаимодействие с окружающей средой				
Текущий контроль			8	12
1. Словарь терминов	2	1	2	2
2. Решение экспериментальных и расчетных задач	-	10 задач	1	3
3. Работа при обсуждении вопросов аудиторной работы	2	2	3	4
4. Отчет по лабораторной работе	1	3	3	3
Рубежный контроль			6	10
1. Контрольная работа №2	-	5	3	5
2. Индивидуальное задание №2	-	2	1	2
3. Тестовый контроль	-	20 заданий	2	3
Модуль 3. Меры по ликвидации последствий технических аварий				
Текущий контроль			7	12
1. Словарь терминов	2	1	2	2
2. Решение экспериментальных и расчетных задач	-	10 задач	1	3
3. Работа при обсуждении вопросов аудиторной работы	2	2	3	4
4. Отчет по лабораторной работе	1	3	3	3
Рубежный контроль			6	10
1. Контрольная работа №1	-	5	3	5
2. Индивидуальное задание №3	-	2	1	2
3. Тестовый контроль	-	20 заданий	2	3
Поощрительные баллы			0	10
1. Студенческая олимпиада	5	1	0	5
2. Публикация статей	3	1	0	3
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)	2	1	0	2
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекций			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10
Итоговый контроль				
1. Зачет (дифференцированный зачет)	-	-	-	-
2. Экзамен	10	1	10	30
ИТОГО:			60	110

Словарь терминов (гlossарий)

В качестве самостоятельной работы студент должен составить *словарь терминов (гlossарий)* по данной дисциплине, который в последствие необходимо сдать в устной форме преподавателю.

Примерный (неполный) список терминов:

- **Риск** — количественная мера опасности с учётом её последствий.
- **Опасность** — источник потенциального вреда или ситуация с потенциальной возможностью нанесения вреда.
- **Природно-промышленная система (техногенная система)** — совокупность природных и искусственных объектов, формирующаяся в результате строительства и эксплуатации инженерных и иных сооружений, комплексов и технических средств.
- **Катастрофа** — происшествие в техногенной системе или природной среде, сопровождающееся гибелью или пропажей без вести людей.
- **Авария** — опасное техногенное происшествие, создающее на объекте угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного и транспортного процесса, нанесению ущерба окружающей среде.
- **Загрязнение окружающей среды (ОС)** — поступление в ОС вещества, энергии и (или) организмов, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на ОС.
- **Загрязняющее вещество (ЗВ)** — вещество или смесь веществ, количество и концентрация которых превышают установленные нормативы для химических веществ, в том числе радиоактивных и иных веществ, и оказывают негативное воздействие на ОС.
- **Предельно допустимый уровень (ПДУ)** — уровень физического (электромагнитного, радиационного, шумового, теплового и т.п.) или биологического воздействия, не представляющего опасности для здоровья человека, состояния животных, растений и их генофонда.
- **Экологический риск** — вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Критерии оценки (в баллах):

Процент правильных терминов	Количество баллов
71 - 100 %	2
51 – 70 %	1
менее 50 %	0

Лабораторные работы

Лабораторные работа №1. *Оценка состояния здоровья населения в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».*

Вопросы для обсуждения:

1. Что такое первичная заболеваемость, распространённость, патологическая поражённость и как они определяются?
2. Изучите временный перечень показателей социально-гигиенического мониторинга и объясните, какие виды заболеваний и почему определяются в процентах, какие на 100 000 населения и какие на 1 000 человек.
3. Как вычисляется первичная заболеваемость взрослого населения, распространённость различных видов заболеваемости?
4. Что такое общая заболеваемость и как она вычисляется?
5. Что такое общая накопленная заболеваемость и как она вычисляется?
6. Как вычисляют показатели заболеваемости по нозологическим видам?
7. Как вычисляют показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями?
8. Как вычисляют структуру распространённости заболеваний?
9. Перечислите виды детской заболеваемости, напишите формулы, по которым они определяются.
10. Перечислите виды показателей осложнения беременности, родов и послеродового периода и напишите формулы, по которым они определяются.
11. Что представляет собой перинатальная патология, и по каким формулам вычисляют её показатели?
12. Перечислите показатели физического развития и дайте их подробную характеристику.
13. Напишите формулы для определения показателей физического развития.
14. Напишите формулы для определения показателей смертности населения.

Лабораторные работа №2. Оценка состояния атмосферы в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».

Вопросы для обсуждения:

1. Какими путями загрязнение воздуха оказывает воздействие на ОС?
2. Что такое кратность превышения загрязнения и как она определяется?
3. Сформулируйте понятие ПДК максимальной разовой для воздуха.
4. Как производят приведение веществ разных классов опасности?
5. Как устанавливается степень загрязнения атмосферного воздуха?
6. На каком расстоянии от точечного источника загрязнения воздуха сказывается больше всего?
7. Как рассчитывается приведенная концентрация для веществ, обладающих эффектом суммирования биологического действия?
8. Как вычисляется среднегодовая ПДК загрязнения воздуха?
9. Как вычисляется приведенный комплексный показатель загрязнения воздуха для среднегодовой концентрации?
10. Сформулируйте понятие ПДК среднесуточной для воздуха.
11. Что такое коэффициент концентрации загрязняющего компонента?

Лабораторные работа №3. Оценка состояния водных ресурсов в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».

Вопросы для обсуждения:

1. Что такое индекс колифага?
2. Каковы основные показатели химического загрязнения воды?
3. Что такое коли-индекс?
4. Дайте определение ПЗХмакс. В каких случаях используется этот коэффициент?
5. Основные показатели оценки степени загрязнения поверхностных вод?
6. Чем характеризуется экологическое бедствие в морской системе?
7. Как определяется мутагенный эффект, наблюдаемый в морских водах?
8. Перечислите дополнительные показатели оценки степени загрязнения поверхностных вод?

Лабораторные работа №4. Оценка состояния почвенного покрова и ландшафтов в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».

Вопросы для обсуждения:

1. Как определяют суммарный показатель химического загрязнения почв?
2. Что такое индекс патогенных бактерий?
3. Как оценивается химическое загрязнение почв? На протяжении какого периода времени наблюдают за состоянием почв селитебных территорий?

4. Что такое генотоксичность почв?
5. Основные показатели критерий оценки состояния почв.
6. Что такое биологическая деградация почв?
7. Объяснить понятие «деформация» геологической среды.
8. Пространственные показатели оценки деградации наземных экосистем.
9. Показатели оценки состояния растительности.
10. За какой период времени оценивается изменение численности видов животных?
11. Дополнительные показатели критерий оценки состояния почв.
12. Что такое фитотоксичность почвы?
13. Какой показатель используется для экотоксикологической оценки почв?
14. Динамические показатели оценки деградации наземных экосистем.
15. Соотношение каких веществ учитывают при оценки экологического состояния территорий?
16. За какой период времени рассчитывается скорость деградации экосистем?

Лабораторные работа №5. Расчет и оценка основных медико-биологических показателей здоровья человека.

Вопросы для обсуждения:

1. Показатели заболеваемости
2. Стандартная средняя ошибка
3. Критерий Стьюдента-Фишера

Показатели заболеваемости рассчитывают как отношение числа зарегистрированных больных N_{fr} или числа выявленных болезней к средней численности населения N на 1000 человек:

$$P = \frac{N_{fr}}{N} \times 1000 \quad (1)$$

Показатели заболеваемости могут сравниваться как для лиц, так и для случаев.

Итак, мы вычислили ряд показателей. Теперь надо убедиться, что они не случайны и отражают реальную картину состояния заболеваемости, другими словами, надо убедиться в их достоверности. Оценка достоверности полученных показателей осуществляется с использованием методов статистической обработки.

Для любого полученного показателя, прежде всего, необходимо вычислить стандартную среднюю ошибку. Стандартную среднюю ошибку m вычисляют по формуле :

$$m = \pm \sqrt{\frac{P(1000 - P)}{N}}, \quad (2)$$

где m – величина стандартной средней ошибки; P – показатель заболеваемости; N – число наблюдений.

Если величина утроенной стандартной средней ошибки превышает величину показателя заболеваемости, то такой показатель считают статистически не достоверным и он исключается из дальнейшей обработки.

Для оценки достоверности различия сравниваемых показателей заболеваемости по выбранным территориям или когортами используют критерий Стьюдента-Фишера.

При использовании этого критерия оценка достоверности производится по формуле (3):

$$t = \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (3)$$

где: t – коэффициент достоверности; P_1 и P_2 – показатели заболеваемости в первой и второй когортах; m_1 и m_2 – стандартная средняя ошибка в первой и второй когортах.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов достоверности и доверительного интервала. Значения коэффициента достоверности t сравнивают с табличным значением (табл. 1).

В большинстве случаев в медицинской практике, также как и в практике биологических и экологических

исследований считают результаты приемлемо точными, если они попадают в доверительный интервал 0,95. Это означает, что истинное значение изучаемого параметра с вероятностью 95 % находится в его пределах.

Таблица 1

Значения коэффициента достоверности

Коэффициент достоверности t	1	1,28	1,65	1,96	2,58	3,03
Доверительный интервал, α	0,68	0,8	0,9	0,95	0,99	0,999
Доверительная вероятность, p	0,32	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001

Задачи:

Задача 1. На территории «А» с повышенным загрязнением атмосферного воздуха в течение 1 года диагностировано заболевание бронхиальной астмой у 1 527 мужчин, при общей численности мужского населения 8 760 человек. На контрольной территории «В» расположенной в зелёной зоне число мужчин, заболевших астмой в течение того же года составило 518, при численности мужского населения 7 780 человек. Необходимо определить суммарные показатели заболеваемости для территории «А» и зоны «В», оценить достоверность данных по каждой зоне и достоверность различия полученных показателей.

Показатель суммарной заболеваемости мужчин на территории «А» в соответствии с формулой (1):

$$P_A = \frac{1527 \cdot 1000}{8760} = 174,31 \text{ на } 1\,000 \text{ мужчин.}$$

Стандартная средняя ошибка для территории «А» в соответствии с формулой (2):

$$m_A = \pm \sqrt{\frac{174,31 \cdot (1000 - 174,31)}{8760}} = 3,72$$

Показатель суммарной заболеваемости мужчин на территории «А» в соответствии с формулой (1):

$$P_B = \frac{518 \cdot 1000}{7780} = 66,58 \text{ на } 1000 \text{ мужчин.}$$

Стандартная средняя ошибка для территории «А» в соответствии с формулой (2):

$$m_B = \pm \sqrt{\frac{66,58 \cdot (1000 - 66,58)}{7780}} = 2,82.$$

Утроенное значение стандартной средней ошибки не превышает показателя заболеваемости ни в первом, ни во втором случаях, так что данные по заболеваемости можно считать достоверными.

Достоверность различия сравниваемых показателей заболеваемости по выбранным территориям проверяем с помощью критерия Стьюдента-Фишера, используя формулу (3):

$$t = \frac{174,31 - 66,58}{\sqrt{3,22^2 + 2,82^2}} = 25,17.$$

Величина коэффициента достоверности намного превышает значения, приведённые в табл. 1, что подтверждает различие между показателями заболеваемости на сравниваемых территориях. Часто возникает вопрос о том, какое минимальное число наблюдений (случаев заболевания, больных пациентов и т.п.) необходимо иметь, чтобы получить оценку с допустимой точностью, например, с ошибкой $\pm 5\%$ или $\pm 10\%$. Чаще всего требуется определить показатели с ошибкой $\pm 5\%$.

Предельную ошибку показателя определяют по формуле (4):

$$\Delta = t \cdot \sqrt{\frac{P \cdot q}{n}}, \quad (4)$$

где Δ – ошибка показателя; t – коэффициент достоверности; P – величина показателя в % или относительных единицах; $q = (100 - P)$ или $q = (1 - P)$ в зависимости от того, в каких величинах определён показатель; n – число наблюдений.

Чтобы получить результат с 95 %-м доверительным интервалом (см. табл. 1), коэффициент достоверности t принимают равным 2.

Тогда из формулы (4) можно найти величину числа n наблюдений (5):

$$n = \frac{t^2 \cdot P \cdot q}{\Delta^2}. \quad (5)$$

Задача 2. По данным медицинского пункта школы в течение года за медицинской помощью обратились 90 % учеников. Какова должна быть минимальная численность группы наблюдения, чтобы оценка заболеваемости имела ошибку $\pm 5\%$?

В соответствии с формулой (5) получим:

$$n = \frac{4 \cdot 90 \cdot 10}{5^2} = 144.$$

Т.е., для получения показателя о заболеваемости с погрешностью $\pm 5\%$ необходимо иметь группу учащихся не менее 144 человек.

Если численность населения, проживающего на изучаемой территории известна, то для расчёта необходимого числа наблюдений используют формулу (6):

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot P \cdot q}{N \cdot m^2 + t^2 \cdot P \cdot q}. \quad (6)$$

Лабораторные работа №6. Расчет стандартизованных показателей населения.

Вопросы для обсуждения:

1. Уровень и структура заболеваний
2. Влияние состава населения на заболеваемость
3. Метод стандартизации

Существенное влияние на уровень и структуру заболеваний оказывают не только факторы окружающей среды, но и состав населения: возраст, пол, группы повышенного риска, к которым обычно относят стариков, детей и беременных женщин. При сопоставлении заболеваемости по наблюдаемым территориям для исключения влияния структуры населения применяют метод стандартизации. Стандартизованные показатели, рассчитанные по данному методу, показывают, какими были бы показатели заболеваемости сравниваемых групп, если бы они имели одинаковый возрастной и половой состав.

Расчёт стандартизованных коэффициентов рассмотрим на простом примере.

Задачи:

Задача 3. Сравнить показатели заболеваемости по физическим недостаткам (искривление позвоночника, плоскостопие, и др.) учащихся двух школ. Данные о численности учащихся по возрастным группам в школе «А» и в школе «В» приведены в таблицах 2 и 3

Таблица 2
Данные по школе «А»

Возрастная группа, лет	Число учащихся, чел.	Число заболеваний физич. недостатками	Заболеваемость (число учащихся с физич. откл) на 1000	Стандарт, человек	Ожидаемое число больных в группе стандарта
6 – 14	720	72	100	1700	170
15 – 19	270	41	152	510	77,52
Всего:	990	113	114	2210	251,94

Распространённость заболеваний среди детей (заболеваемость) рассчитываем на 1 000 детей в соответствии с формулой (1). Данные расчёта помещаем в 4-м столбце.

Таблица 3
Данные по школе «В»

Возрастная группа, лет	Число учащихся, чел.	Число заболеваний физич. недостатками	Заболеваемость (число учащихся с физич. откл) на 1000	Стандарт, человек	Ожидаемое число больных в группе стандарта
6 – 14	980	63	64,29	1700	109,29
15 – 19	240	27	112,5	510	57,37
Всего:	1220	90	73,77	2210	154,91

За стандарт можно принять общую численность населения двух исследуемых групп или численность населения одной из изучаемых групп данного возрастного состава, или численность населения какой-либо третьей группы.

Мы принимаем за стандарт суммарную численность учащихся обеих школ и данные по численности стандарта помещаем в пятом столбце.

Далее составляется простая пропорция: в школе «А» в возрастной группе 6 – 14 лет заболеваемость составляет 64,26 на 100 человек. Сколько было бы больных в этой возрастной группе при численности учащихся равной стандарту

	1700	человек:
1000	–	4,29
1700	–	x

откуда
$$X = \frac{1700 \cdot 64,29}{1000} = 109,29$$

По аналогии рассчитываем стандартизованные показатели для других возрастных групп и для всех учащихся по обеим школам и помещаем данные в шестом столбце.

Сравнивая ожидаемые числа больных в группах стандарта, обнаруживаем, что в школе «В» заболеваемость учащихся была бы гораздо меньше по сравнению со школой «А».

При анализе когорт населения, проживающих на разных территориях, можно разбить всё население на такие возрастные категории, в которых заболеваемость примерно одинакова, например: 15 – 19 лет, 20 – 29, 30 – 39, 40 – 49, 50 – 59, 60 лет и старше.

Лабораторные работа №7. Построение вариационных рядов при исследовании проб с загрязнителями объектов окружающей среды и исследовании заболеваемости населения. Анализ вариационных рядов и определение процентилей.

Вопросы для обсуждения:

1. Дискретные и интервальные вариационные ряды
2. Медианы, процентиля распределений.

Задачи:

Задача 4. На некоторой территории проведено обследование вод хозяйственно-бытового назначения. В обследованных источниках обнаружено присутствие свинца. Всего взято 50 проб. ПДК для свинца в водах хозяйственно бытового назначения составляет 0,1 мг/кг. В проведённых анализах обнаружены концентрации свинца, значения которых приведены в табл. 4. Для построения вариационного ряда значения концентраций ранжированы в порядке их возрастания.

В соответствии с принятой оценкой степени напряжённости медико-экологической ситуации (см. табл. 4) степень напряжённости оценивают по величине превышения концентрации вредного вещества 1-го класса опасности над ПДК в следующих значениях: до 1; 1,1 – 2,0; 2,1 – 3,0; 3,1 – 5,0 и более 5,0.

Разбить вариационный ряд на интервалы в соответствии со степенью напряжённости. Определить число проб в каждой группе. Определить частоту. Определить накопленные частоты и частоту. Определить значение медианы. Определить значение 95-й процентиля. Сделать выводы о пригодности обследованного источника для использования воды в хозяйственно-бытовых целях.

Таблица 4
Результаты анализа образцов воды на содержание свинца

№ пробы	Pb мг/кг	№ пробы	Pb мг/кг	№ пробы	Pb мг/кг	№ пробы	Pb мг/кг	№ пробы	Pb мг/кг
1	0	11	0,17	21	0,23	31	0,34	41	1,28
2	0	12	0,17	22	0,23	32	0,41	42	1,39
3	0	13	0,18	23	0,24	33	0,44	43	1,62
4	0	14	0,19	24	0,24	34	0,47	44	1,80
5	0,05	15	0,21	25	0,24	35	0,48	45	2,19
6	0,05	16	0,21	26	0,25	36	0,70	46	2,21
7	0,1	17	0,21	27	0,28	37	0,74	47	2,41

8	0,1	18	0,21	28	0,30	38	0,76	48	2,63
9	0,1	19	0,22	29	0,31	39	0,77	49	2,76
10	0,1	20	0,22	30	0,32	40	0,80	50	27,80

Разобьём вариационный ряд на 5 интервалов в соответствии с уровнями превышения. Результаты поместим в табл. 2.12.

95-ю процентилю определим, используя формулу (3.46), отбросив при этом последнее 50-е значение ряда, как «аномальное».

В нашем примере вариационный ряд содержит 50 проб.

$$95\text{-й уровень} = \frac{50 \cdot 95}{100} = 47,5.$$

Таблица 5
Группировка загрязнения воды по величине превышения концентрации свинца над ПДК

Величина превышения концентраций	Количество анализов		Середина интервала, x_i	Накопленные		Плотность распределения в интервале, $\frac{m_i}{h_i}$
	Единиц m_i	% или частость, w_i		Частоты, F_i	Частости, p_i	
От 0 до 1,0	10	20	0,5	10	20	40
1,1-2,0	4	8	1,55	14	28	8,89
2,1-3,0	14	28	2,55	28	56	31,1
3,1-5,0	7	14	4,05	35	70	7,36
> 5,0	15	30	–	50	100	–
Итого:	50	100	–			–

Полученное число округляем до целого, таким образом 47-я проба будет нижней границей 95-го процентиля. Величина 95-го процентиля будет:

$$M_e = x_{k-1} + h_k \cdot \frac{\frac{95}{100} \sum_i m_i - F_{k-1}}{m_k} = 2,41 + 0,35 \cdot \frac{\frac{95}{100} \cdot 49 - 46}{47} = 2,421.$$

30. На территории «А» с повышенным загрязнением атмосферного воздуха в течение 1 года диагностировано заболевание бронхиальной астмой у 1 527 мужчин, при общей численности мужского населения 8 760 человек. На контрольной территории «В» расположенной в зелёной зоне число мужчин заболевших астмой в течение того же года составило 518, при численности мужского населения 7 780 человек. Определить суммарные показатели заболеваемости для территории «А» и зоны «В», оценить достоверность данных по каждой зоне и достоверность различия полученных показателей.

31. Вариационный ряд содержит 14 проб в порядке возрастания концентрации тяжелого металла:

0; 0; 0,12; 0,23; 0,32; 0,36; 0,44; 0,48; 0,55; 0,98; 1,07; 1,46; 1,63; 1,76.

Определить 95-ю перцентиль и её значение.

Лабораторные работа №8. Определение наиболее опасных токсикантов, загрязняющих окружающую среду.

Вопросы для обсуждения:

1. Степень токсичности для канцерогенных веществ
2. Степень токсичности для неканцерогенных веществ

Задачи:

При обследовании местности вблизи деревни Бобриково компонентах окружающей среды были обнаружены химические вещества, перечень которых и концентрации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Концентрации химических веществ, обнаруженных в анализах проб, взятых в окрестностях деревни Бобриково

Среда	Воздух		Почвы		Подземные воды	
	Средняя концентр. мг/м ³	Максим. концентр. мг/м ³	Средняя концентр. мг/кг	Максим. концентр. мг/кг	Средняя концентр. мг/ дм ³	Максим. концентр. мг/ дм ³
Хлороформ	2,24×10 ⁻¹²	4,15×10 ⁻¹²	2,24	4,10	3,30×10 ⁻⁴	6,60×10 ⁻³
Хлорбензол	8,18×10 ⁻⁸	12,27×10 ⁻⁸	4,17	8,40	3,50×10 ⁻⁴	1,1×10 ⁻²
1,2-Дибромэтан	1,45×10 ⁻⁸	2,65×10 ⁻⁸	Не обнаружено (НО)	НО	2,10×10 ⁻⁴	2,10×10 ⁻³
Бензидин	5,20×10 ⁻¹⁰	9,60×10 ⁻¹⁰	3,50	5,76	НО	НО
Цинеб	7,15×10 ⁻⁵	15,7×10 ⁻⁵	15,3	21,5	5,1×10 ⁻⁴	9,20×10 ⁻³
Аммоний	5,5×10 ⁻³	7,5×10 ⁻³	НО	НО	НО	НО

Данные о токсичности веществ, указанных в табл. 1 возьмём из системы IRIS, см. табл.2.

Таблица 2

Токсические характеристики веществ, обнаруженных в анализах

Вещество	RfD , оральный мг/кг·день	RfD , ингаляционный мг/кг·день	SF , оральный 1/мг/кг·день	SF , ингаляционный 1/мг/кг·день	SF , дермальный 1/мг/кг·день	Класс опасности
Хлороформ	$1,00 \times 10^{-2}$	(не аттестовано) НА	$6,10 \times 10^{-3}$	$8,10 \times 10^{-2}$	$8,10 \times 10^{-2}$	B2
Хлорбензол	$2,00 \times 10^{-2}$	НА	НА	НА	НА	-
1,2-Дибромэтан	НА	НА	85.0	0,770	0,770	B2
Бензидин	$3,0 \times 10^{-3}$	НА	230	234	234	A
Цинеб	$5,0 \times 10^{-2}$	НА	НА	НА	НА	-
Аммоний	НА	$2.86 \cdot 10^{-2}$	НА	НА	НА	-

Определить наиболее опасные вещества для каждой из сред по степени их токсичности. При решении этой задачи во внимание принимают максимальную концентрацию вещества в рассматриваемой среде.

Задача 1. Ранжировать не канцерогенные вещества по степени опасности для почв.

Для не канцерогенных веществ степень токсичности определяют по формуле:

$$S_t = C_{max}/RfD,$$

где S_t - степень токсичности, C_{max} - максимальная концентрация, RfD - эталонная доза для хронического воздействия (референтная концентрация (максимальная недействующая)).

Данные представим в виде таблицы 3.

Таблица 3

Ранжирование веществ по токсичности для почвы

Вещество	Максим. концентр. мг/кг	RfD , оральный мг/кг·день	Показатель токсичности	Ранг токсичности
Хлороформ	4,10	$1,00 \times 10^{-2}$	$4,10 \times 10^2$	4
Хлорбензол	8,40	$2,00 \times 10^{-2}$	$4,2 \times 10^2$	3
1,2-Дибромэтан	НО	НА	—	

Бензидин	5,76	$3,0 \times 10^{-3}$	$1,92 \times 10^3$	1
Цинеб	21,5	$5,0 \times 10^{-2}$	$4,3 \times 10^2$	2
Аммоний	НО	–	–	–

Задача 2. Ранжировать канцерогенные вещества по степени опасности для почв. Данные представим в виде табл. 4.

Для канцерогенных веществ степень токсичности определяют по формуле:

$$S_t = C_{max} \times SF,$$

где SF – показатель канцерогенности.

Таблица 4

Ранжирование канцерогенных веществ по токсичности для почвы

Вещество	Максим. концентр. мг/кг	SF , оральный 1/мг/кг·день	Показатель токсичности	Ранг токсичности
Хлороформ	4,10	$6,10 \times 10^{-3}$	$2,501 \times 10^{-2}$	2
Хлорбензол	8,40	НА	–	–
1,2-Дибромэтан	НО	85,0	–	–
Бензидин	5,76	230	1324,8	1
Цинеб	21,5	НА	–	–
Аммоний	НО	–	–	–

Задача 3. Ранжировать не канцерогенные вещества по степени опасности для подземных вод, предположительно используемых для питья (следовательно SF и RfD оральный).

Задача 4. Ранжировать канцерогенные вещества по степени опасности для подземных вод, предположительно используемых для питья (следовательно SF и RfD оральный).

Задача 5. Ранжировать канцерогенные вещества по степени опасности для воздуха (следовательно SF и RfD ингаляционный).

Лабораторные работа №9. Анализ путей миграции химических веществ от источника до реципиента.

В теоретической части курса было сказано, что исследование путей миграции включает изучение источника загрязнения, химического механизма растворения, механизма перемещения, механизма переноса, механизма превращения, точки воздействия, т.е. места которого достигают загрязнители, реципиента или населения подверженного воздействию и путей воздействия. В табл. 5.3 были перечислены механизмы поступления вредных веществ в окружающую среду а в табл 5.4 некоторые механизмы переноса и преобразований.

Для того, чтобы учесть все возможные факторы, определяющие какое количество вредных веществ попадет

тем или иным путём в организм человека рекомендуется составлять карты путей миграции.

Задача 1.1. Составить реальную карту миграции токсикантов от источника загрязнения к человеку.

	Источник загрязнения		
Атмосфера	Поверхностные воды	Почва и подземные воды	
Поверхностные воды	Почва и подземные воды	Поверхностные воды	Атмосфера
	Атмосфера	Почва и подземные воды	
Население (Организм человека)			

Рис. 1.1. Уточнённая схема путей миграции токсикантов от источника загрязнения к человеку

Задача 1.2. Составить карту миграции вредных веществ от источника к человеку по воздушному пути.

Задача 1.3. Составить карту миграции вредных веществ от источника к человеку через поверхностные воды.

Задача 1.3. Составить карту миграции вредных веществ от источника к человеку через поверхностные воды.

Задача 1.4. Составить карту миграции вредных веществ от источника к человеку через подземные воды.

	Источник загрязнения		
Подземные воды. Установить попадают ли токсиканты из подземных вод и определить их количество	Атмосфера. Определить количество токсикантов, выпадающих в поверхностные воды из атмосферы	Почвы. Определить количество токсикантов, вымываемых из почв и попадающих в поверхностные воды	

Прямое загрязнение поверхностных вод											
1 – Определяющие факторы: число и количество токсикантов, их растворимость, адсорбция, дисперсия, химическое и биологическое преобразование, выпадение в донные осадки. 2 – Скорость течения, объём воды, дистанция распространения, загрязняемые водохранилища или озера											
Определить опасна ли концентрация токсикантов в поверхностных водах			Определить используют ли поверхностные воды для ирригации, для рыбного хозяйства или рыбалки			Определить являются ли токсиканты летучими			Определить попадают ли токсиканты в подземные воды		
Нет		Да	Нет		Да	Нет		Да	Нет		Да
Идентифицировать население подверженное прямому воздействию загрязнённых вод, определить поступление в организм при купании и употреблении для питья			Оценить количество токсикантов попадающих в растения, в организмы диких и домашних животных, в организмы рыб			Оценить количество токсикантов испаряющихся в атмосферу и составить карту их поведения в атмосфере (распространения, переноса, преобразования) токсикантов в поверхностных водах			Составить схему поведения (распространения, переноса, преобразования) токсикантов в подземных водах		

Рис. 1.4. Схема миграции токсикантов через поверхностные воды

Задача 1.5. Составить карту миграции вредных веществ от источника загрязнения к человеку через почву.

Задача 1. Рассчитать хроническую дневную дозу I поступления химического вещества (аммония) в организм взрослого человека ингаляционным путём.

Количество вещества, поступающего в организм ингаляционным путём рассчитывают по формуле:

$$I = \frac{[(Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin)] \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot 365}$$

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
----------	----------------	----------------------

I	Величина поступления, мг/кг·день	–
Ca	Концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м ³	–
Ch	Концентрация вещества в воздухе жилища, мг/м ³	1,0· Ca
Tout	Время, проводимое вне помещений, час/день	8 часов/день
Tin	Время, проводимое внутри помещений, час/день	16 часов/день
Vout	Скорость дыхания вне помещений, м ³ /час	1,4 м ³ /час
Vin	Скорость дыхания внутри помещений, м ³ /час	0,63 м ³ /час
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
CR	Скорость дыхания, м ³ /день	20 м ³ /день; дети: 8,7 м ³ /день

Так как речь идет о деревне, то для расчетов не будем учитывать концентрации в воздухе жилища и время провозждения там. Тогда формула будет выглядеть:

$$I = \frac{C \cdot CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot 365}$$

Концентрация аммония в точке воздействия $C = 5,5 \cdot 10^{-3}$ мг/м³.

Количество смеси, поступающей в организм за день $CR = 20$ м³/день.

Частота поступления или контакта в течение года $EF = 350$ дней.

Продолжительность воздействия $ED = 30$ лет.

Вес тела взрослого человека $BW = 70$ кг.

Период осреднения экспозиции для неканцерогенов $AT = 30$ лет.

$$I = \frac{5,5 \times 10^{-3} \times 20 \times 350 \times 30}{70 \times 365 \times 30} = 1,51 \times 10^{-3} \text{ мг/кг} \cdot \text{день}$$

Задача 2. Рассчитать хроническую дневную дозу I поступления канцерогенного вещества (бензидина) в организм взрослого человека ингаляционным путем. (всё то же самое, только берем среднюю концентрацию бензидина в воздухе и период осреднения экспозиции для канцерогенов $AT = 70$ лет).

Задача 3. Рассчитать хроническую дневную дозу I поступления канцерогенного вещества (бензидина) в организм взрослого человека при дермальном контакте.

Дневное поступление вредного вещества в организм человека при дермальном контакте определяют по формуле:

$$I_d = \frac{C \times S \times DA \times ABS \times EF \times ED \times k}{BW \times AT}$$

Концентрация бензидина в точке воздействия $C = 3,50$ мг/кг .

Площадь кожного покрова взрослого человека 18200 см². Площадь кожи подверженной воздействию (открытые участки тела):

$S = 5700$ см².

Количество пыли оседающей на одном квадратном сантиметре кожи $DA = 0,1$ мг/см²· день.

Абсорбированная кожей фракция почвы $ABS =$ для органич. в-в $0,1$ отн. ед., для неорг. = $0,01$ отн. ед.

Частота поступления, садоводческий сезон, весна, лето $EF = 3$ дня/нед., 26 нед./год. Следовательно $EF = 3 \cdot 26 = 78$ дней/год.

Продолжительность воздействия или экспозиции примем: $ED = 30$ лет.

Вес тела взрослого человека $BW = 70$ кг.

Полное число дней экспозиции $AT = 365$ дней · 70 лет (т.к. бензидин канцероген).

Коэффициент приведения веса, вводимый для приведения размерности формулы к необходимому виду $k =$ кг/ 10^6 мг.

Задача 4. Рассчитать хроническую дневную дозу I поступления канцерогенного вещества (бензидина) в организм ребенка до 6 лет при дермальном контакте.

То же самое, только площадь открытого кожного покрова ребенка до 6 лет 3300 см².

Количество пыли оседающей на одном квадратном сантиметре кожи $DA = 0,2$ мг/см²· день.

Частота поступления: весна, осень $EF = 3$ дня/нед., 26 нед./год; лето $EF = 5$ дней/нед., 13 нед./год.

Следовательно $EF = 3 \cdot 26 + 5 \cdot 13 = 78 + 65 = 143$ дней/год. Вес тела ребенка $BW = 15$ кг.

Лабораторные работа №11. Расчет канцерогенного риска и индекса опасности химических веществ.

Задача 5. Для задач 1-4 практического занятия №10 рассчитать: 1) в случае канцерогенных веществ (бензидин) канцерогенный риск и коэффициент опасности возникновения токсических эффектов; 2) для неканцерогенных веществ (аммоний) и коэффициент опасности. Сделать вывод о приемлемости риска и коэффициента опасности.

Канцерогенный риск определяется как произведение хронического дневного поступления и показателя канцерогенности по формуле:

$$R = I \cdot SF,$$

Коэффициент опасности HQ по формуле:

$$HQ = \frac{I}{RfD}$$

Классификация уровней риска

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск
Чрезвычайно высокий	10^{-1}
Высокий	$10^{-1} - 10^{-3}$

Средний	$10^{-3} - 10^{-4}$
Низкий	$10^{-4} - 10^{-6}$
Минимальный (приемлемый)	менее 10^{-6}

Классификация уровней риска развития неканцерогенных эффектов

Уровень риска	Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов (HQ)
Чрезвычайно высокий	>10
Высокий	5-10
Средний	1-5
Низкий	0,1-1,0
Минимальный	менее 0,1

Лабораторные работа №12-13. Расчет потенциального риска для здоровья с помощью пробит-анализа.

Задача. Известно, что строители, работающие с отбойным молотком, со стажем работы 15 лет ежедневно в течение рабочей смены длительностью 8 часов подвергаются воздействию шума с эквивалентным уровнем 100 дБ. Рассчитать уровни риска, которым они подвергаются на рабочих местах:

- А) риск возникновения эффектов немедленного действия;
- Б) риск неспецифических хронических эффектов;
- В) риск специфических хронических эффектов (тугоухости).

Сравнить полученные величины с критериями оценки риска для каждого вида воздействия. Сделать выводы о допустимости данного воздействия.

Решение.

А) Для оценки риска возникновения эффектов немедленного действия от физических факторов (шума и др.) следует ориентироваться на вероятность возникновения жалоб персонала. В случае оценки шума здесь применимо следующее уравнение:

$$\text{Prob} = -6,5027 + 0,0889 \cdot L_{\text{экв}}(1)$$

Следовательно, пробит будет равен $-6,5027 + 0,0889 \cdot 100 = 2,4$.

Находим соответствие пробита значению риска по таблице:

Prob	Risk	Prob	Risk
-3,0	0,001	0,1	0,540

-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,500	-	-

Вычисленное значение пробита находится в интервале 2,0 – 2,5, что соответствует значениям риска равным 0,977 и 0,994. Чтобы найти значение риска соответствующее пробиту 2,4, надо от 0,994 отнять 0,977, полученное значение разделить на 5, умножить на 4 и прибавить к 0,977.

Таким образом, $(0,994 - 0,977) \cdot 4 \cdot 5 = 0,01$ $0,977 + 0,01 = 0,987$

Следовательно, 987 рабочих из тысячи будут ощущать на себе шумовое воздействие в виде возникновения эффектов немедленного действия (головная боль, утомляемость) при воздействии на них шума с уровнем 100 дБ.

Теперь сравним полученное значение риска с критериями для данного вида риска:

Риск немедленного действия

- Риск немедленного действия в пределах до 2 % (или до 0,02 в долях единицы) следует рассматривать как приемлемый риск, так как при этом практически исключается рост заболеваемости населения, связанный с воздействием оцениваемого фактора, а состояние дискомфорта может проявляться лишь в единичных случаях у особо чувствительных людей.
- Величину риска немедленного действия в пределах от 2 % до 16 % (или 0,02-0,16 в долях единицы) следует рассматривать как удовлетворительную. При этом, хоть и возможны частые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.), тенденция к росту заболеваемости, обычно отслеживаемая по данным медицинской статистики или при проведении специальных исследований, как правило, не носит достоверного характера.
- Величину риска немедленного действия в пределах от 16 % до 50 % (или от 0,16 до 0,50 в долях единицы) следует рассматривать как неудовлетворительную, так как при этом возможны систематические случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.), при тенденции к росту общей заболеваемости, которая, как правило, носит достоверный характер.
- Величину риска немедленного действия более 50 % (0,50 в долях единицы) следует рассматривать как опасную, так как при этом возможны массовые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора при достоверной тенденции к росту общей заболеваемости, а также появлению других эффектов неблагоприятного воздействия (появление патологии, специфически связанной с типом воздействующего фактора).
- В том случае, если риск немедленного действия оказывается близким к 100 % (или 1), то такую ситуацию следует оценивать как чрезвычайно опасную.

Таким образом, мы выяснили, что полученный нами уровень риска относится к последней, самой опасной, градации риска немедленного действия. Следовательно, такую ситуацию следует оценивать, как чрезвычайно опасную, что может привести к возникновению как неспецифических, так и специфических патологий. При таком уровне шума требуется обязательное применение средств индивидуальной защиты и использовать защиту «временем», т.е. ввести регулярные 15 мин. перерывы в звукоизолированных помещениях.

Б) Для расчёта риска неспецифического хронического действия возможно применение следующего уравнения:

$$\text{Prob} = - 6,5551 + 0,0853 \cdot L_{\text{экв}}^* \quad (2)$$

где $L_{\text{экв}}^*$ – эквивалентный уровень шума, действующий на организм, с вычетом поправки на время действия в течение суток (ΔL_1) и поправки на общий период воздействия (ΔL_2):

$$\Delta L_1 = 10 \lg(24/T_1), \text{ дБ} \quad (3)$$

$$\Delta L_2 = 10 \lg(70/T_2), \text{ дБ} \quad (4)$$

T_1 – среднее время действия шума в течение суток, ч; T_2 – общий период воздействия, год.

Из условия задачи нам известно, что длительность рабочей смены составляет 8 часов в сутки, следовательно $\Delta L_1 = 10 \lg(24/8) = 4,8$ дБ.

Рабочий стаж строителей составляет 15 лет, следовательно $\Delta L_2 = 10 \lg(70/15) = 6,7$ дБ.

Теперь суммируем обе поправки и отнимаем их от заданного по условию задачи эквивалентного уровня шума. $100 - (4,8 + 6,7) = 88,5$ дБ.

Производим расчет по формуле с полученным уровнем шума: $\text{Prob} = - 6,5551 + 0,0853 \cdot 88,5 = 1,0$

Находим соответствие пробита значению риска по таблице:

Prob	Risk	Prob	Risk
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994

-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,500	-	-

Вычисленное значение пробита соответствует значению риска равному 0,841.

Следовательно, у 841 рабочего из тысячи будут наблюдаться неспецифические хронические заболевания (гипертония, гастрит, вегето-сосудистая дистония и др.) при хроническом воздействии на них шума с уровнем 100 дБ.

Теперь сравним полученное значение риска с критериями для данного вида риска:

Риск длительного (хронического) воздействия

Риск хронического воздействия до 5 % (или 0,05 в долях единицы), оцениваемого по эффектам неспецифического действия, может рассматриваться как приемлемый, так как при данной ситуации, как правило, отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции.

- Риск хронического воздействия в пределах от 5 % до 16 % (или 0,05-0,16 в долях единицы), оцениваемого по эффектам неспецифического действия, может рассматриваться как вызывающий опасение, так как при данной ситуации, как правило, возникает тенденция к росту неспецифической патологии.
- Риск хронического воздействия в пределах от 16 % до 50 % (или 0,16-0,50 в долях единицы), оцениваемого по эффектам неспецифического действия, может рассматриваться как опасный, так как при данной ситуации, как правило, возникает достоверная тенденция к росту неспецифической патологии при появлении единичных случаев специфической патологии.
- Риск хронического воздействия в пределах от 50 % до 84 % (или 0,50-0,84 в долях единицы), оцениваемого по эффектам неспецифического действия, может рассматриваться как чрезвычайно опасный, так как при данной ситуации, как правило, возникает достоверный рост неспецифической патологии при появлении значительного числа случаев специфической патологии.
- В том случае, если риск хронического воздействия оказывается близким к 100 % (или к 1), то такую ситуацию следует оценивать как катастрофическую, так как загрязнение окружающей среды в данном случае перешло в иное качественное состояние (появление случаев хронического отравления, изменение структуры заболеваемости, достоверная тенденция к росту смертности и пр.), которое должно оцениваться с использованием иных более специфических моделей.

Таким образом, мы выяснили, что полученный нами уровень риска относится к предпоследней градации риска хронического действия (50-84%). Следовательно, такую ситуацию следует оценивать, как чрезвычайно опасную, так как при данной ситуации, как правило, возникает достоверный рост неспецифической патологии при появлении значительного числа случаев специфической патологии.

В) Для расчёта риска специфического хронического действия применяется следующее уравнение:

$$\text{Prob} = - 6,6771 + 0,0704 \cdot L_{\text{экв}}^* (5)$$

где $L_{\text{экв}}^*$ – эквивалентный уровень шума, действующий на организм, с вычетом поправки на время действия в течение суток ΔL_1 и поправки на общий период воздействия ΔL_2 (см. формулы 3, 4).

В задании Б) мы получили значение эквивалентного уровня шума с учетом поправки на продолжительность воздействия равное 88,5 дБ.

Производим расчет по формуле 5 с этим уровнем шума: $\text{Prob} = - 6,6771 + 0,0704 \cdot 88,5 = -0,45$

Находим соответствие пробита значению риска по таблице:

Prob	Risk	Prob	Risk
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579

-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,500	-	-

Вычисленное значение пробита находится в интервале -0,5 – -0,4, что соответствует значениям риска

равным 0,309 и 0,345. Чтобы найти значение риска соответствующее пробиту -0,45, надо от 0,345 отнять 0,309, полученное значение разделить на 2 и прибавить к 0,309.

Таким образом, $(0,345 - 0,309) \cdot 1 \div 2 = 0,018$, $0,309 + 0,018 = 0,327$

Следовательно, 327 рабочих из тысячи получают специфические хронические заболевания (в данном случае тугоухость) при воздействии на них шума с уровнем 100 дБ.

Теперь сравним полученное значение риска с критериями для данного вида риска:

Классификация уровней риска специфического хронического воздействия для производственного сценария

Уровень риска	Риск
Чрезвычайно высокий	$10 - 10^{-1}$
Высокий	$10^{-1} - 10^{-2}$
Средний	$10^{-2} - 10^{-3}$
Допустимый	менее 10^{-3}

Значение 327 работников на тыс. (или 3,2 на 10) соответствует чрезвычайно высокому уровню риска получения профзаболевания данной профессиональной группой, что требует мер по снижению воздействующего уровня шума (см. А)).

Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания отчета	Количество баллов
Студент предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме, возможно наличие недочетов	1
Студент не предоставил письменный отчет по лабораторной работе и ответил на все вопросы преподавателя по теме	0

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Экзаменационный билет включает в себя три вопроса.

Перечень вопросов для экзамена:

1. Цель, задачи, структура и содержание курса «Техногенные системы и экологический риск»
2. Риск. Основные виды риска
3. Классификация рисков по источникам их возникновения и поражающим объектам.
4. Экологический риск. Классификация экологического риска
5. Оценка экологического риска на основе доступных данных
6. Особенности управления риском в экстремальных условиях
7. Ущерб. Виды ущерба
8. Структура ущерба
9. Экологический риск как источник ущерба. Оценка ущерба.
10. Размещение промышленных объектов
11. Санитарно-защитные зоны, назначение, классификация, требования к организации
12. Методы очистки атмосферы
13. Методы очистки водных объектов

14. Твердые отходы и их переработка
15. Ресурсосбережение и комплексное использование сырья
16. Природная опасность. Экологический природный риск: понятие, механизм возникновения
17. Опасность природно-антропогенная. Антропогенная активизация природных рисков
18. Устойчивость природной среды, индекс устойчивости.
19. Механизмы устойчивости природной среды: динамика популяций, сукцессия, экологические ниши
20. Механизмы устойчивости природной среды: биотический и абиотический круговорот веществ
21. Экологический природный риск, связанный с экзогенными геологическими процессами
22. Экологический природный риск, связанный с эндогенными геологическими процессами
23. Опасные природные явления в атмосфере, являющиеся факторами природного риска
24. Экологический природный риск, связанный с процессами в Мировом океане
25. Водоемы суши как источник экологического риска
26. Биота как источник экологического риска
27. Регионы России, характеризующиеся наибольшим природным риском
28. Природные чрезвычайные ситуации (стихийные бедствия)
29. Вулканы, землетрясения
30. Обвалы, оползни, сели, лавины
31. Ураган, буря, смерч
32. Наводнения
33. Техногенные системы: понятие, классификация, особенности функционирования.
34. Техногенные системы как источник загрязнения воды, почв, воздуха.
35. Техногенные системы. Структура техногенной системы
36. Техногенные чрезвычайные ситуации (пожары и взрывы, аварии и др.)
37. Превращения химических загрязнителей в окружающей среде. Синергизм
38. Биотрансформация токсикантов.
39. Совместное воздействие экотоксикантов
40. Экологическая опасность
41. Классификация отраслей производства по степени экологической опасности
42. Методы экологической оценки технологий
43. Техногенные воздействия
44. Функции экологического мониторинга в предупреждении опасных последствий

Образец экзаменационного билета:

Минобрнауки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уфимский университет науки и технологий»

Сибайский институт (филиал) УУНиТ

Естественно-математический факультет

Кафедра естественных наук

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __

по дисциплине «Техногенные системы и экологический риск»

Направление 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) программы:

1. Классификация экологического риска.
2. Опасность природно-антропогенная. Антропогенная активизация природных рисков.
3. Классификация отраслей производства по степени экологической опасности.

Утверждено на заседании кафедры __. __.20__, протокол № __
Заведующая кафедрой _____ ФИО

- **Оценка «отлично».** Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами.
- **Оценка «хорошо».** Студент грамотно излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
- **Оценка «удовлетворительно».** Студент имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
- **Оценка «неудовлетворительно».** Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Задания для контрольной работы

Задание 1.

1. Дайте санитарно-гигиеническую оценку загрязнения атмосферы, если выброс SO_2 - 0,25 г/с, NO_2 - 0,1 г/с, фенола - 0,06 г/с. Высота трубы 10 м, диаметр 0,3 м, расход газовой смеси 0,9 м³/с, $m=1,5$, $n=1,24$, $T_T=110^\circ\text{C}$, $T_v=15^\circ\text{C}$. Местность равнинная, Хабаровский край. Фоновые концентрации составляют: SO_2 0,1 ppm, NO_2 20 ppb, фенола 0,001 мг/м³.

2. Дайте санитарно-гигиеническую оценку, если выброс производится в Читинской области, эффективность очистки по пыли цементного производства 85 %, расход газовой смеси 25000 м³/час, концентрация пыли в выбросе 250 мг/м³, CO – 350 мг/м³. Местность равнинная, $m = 1,2$; $n = 0,9$; высота трубы 15 м, температура выброса 45^oC, наружного воздуха 20^oC, $d_g = 20$ мкм, плотность пыли 2400 кг/м

3. Фоновые концентрации CO – 0,2 ppm, пыли цементной – 0,02 мг/м³

3. После расчетов рассеивания выбросов в атмосфере в районе городского парка отдыха получены следующие концентрации: ацетона 0,15 мг/м³, фенола 0,003 мг/м³, метанола – 0,15 мг/м³, диоксида серы – 3,5 ppb. Фоновые концентрации соответственно равны 0,05 и 0,0005, 0,11 мг/м³, сернистого ангидрида – 0,2 ppm. Дайте санитарно-гигиеническую оценку.

4. Определите максимально возможную по санитарно-гигиеническим требованиям концентрацию SO_2 , если фоновые концентрации равны: SO_2 0,1 ppm, NO_2 3 ppb, H_2S 2 ppb, H_2SO_4 0,1 мг/м³

5. Установите ПДВ для пыли цементной, если от источника выделения отходит 18 г/с пыли, на первой ступени улавливается 15 г/с, на второй – 2 г/с. Температура наружного воздуха 20^oC, выброса - 150^oC. Коэффициент рельефа 1,2, $m=0,8$, $n=1,1$. Дальний Восток. Высота трубы 20 м, диаметр 0,3 м, скорость выхода газовой смеси 12,5 м/с. Фоновая концентрация пыли 0,3 ПДК.

6. Рассчитайте ПДВ NO₂, если высота трубы 20 м, диаметр 0,2 м, ТГ=1000С, ТВ=200, m=1,0; n=0,9, местность равнинная, Приморский край, курорт. Скорость выхода газоздушной смеси 12 м/с. От источника выброса отходит 0,8 г/с, очистка отсутствует. Фоновая концентрация NO₂ 0,03 мг/м³

Задание 2.

1. Расход воды в реке составляет 200 м³/с. Фоновое содержание взвешенных веществ – 12 мг/л. В реку сбрасывают 0,2 м³/с сточных вод. Определить, какое количество взвешенных веществ могут содержать сточные воды, чтобы в створе полного смешения с ними речной воды содержание взвесей увеличилось на 0,25 мг/л (санитарная норма).

2. Определить допустимое содержание и эффект очистки по вредным веществам, сбрасываемым в водоток со сточными водами нефтепромысла. Река используется для хозяйственно-питьевых целей. Расход реки Q = 2,1 м³/с, расход сточных вод q = 0,0036 м³/с, коэффициент смешения = 0,15. Сточные воды нефтепромысла характеризуются содержанием, мг/л: нефти – 1900, хлоридов – 1350, сульфатов – 372. Концентрации загрязнений в воде водотока до сброса в него сточных вод, мг/л: нефти – 0,02; хлоридов – 125; сульфатов – 76. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ, мг/л: нефти – 0,1; хлоридов – 350; сульфатов – 500.

3. Определить, какое количество сточных вод, содержащих 4500 мг/л взвешенных веществ, сбрасывали без очистки в реку с расходом воды, равным 20 м³/с, если в створе полного смешения речной и сточной воды количество взвеси возросло с 8 до 9 мг/л. Возможное осаждение взвеси в расчет не принимать.

4. В створе реки, где произошло полное смешение речной и сточной воды, содержание сульфат-анионов (SO₄²⁻) оказалось на 5% больше, чем в речной воде до сброса сточных вод. Определить содержание сульфат-ионов в обоих створах, если в реку с расходом 4 м³/с сбрасывали 0,15 м³/с сточных вод с содержанием сульфат-ионов, равным 250 мг/л

5. Расход воды в реке – 500 м³/с. Планируется строительство предприятия, сбрасывающего 1 м³/с сточных вод, содержащих 4000 мг/л сульфат-ионов. Их содержание в реке, в створе полного смешения, с учетом возможных выбросов от других предприятий, разрешается увеличить всего на 2% от фонового содержания. Содержание сульфат-ионов в реке 80 мг/л. Определить, на сколько процентов необходимо сократить выброс сульфат-ионов на планируемом к строительству предприятии, чтобы выполнить названные санитарные требования

Задание 3.

1. Оцените уровень загрязнения почв бензапиреном (1 класс опасности), если концентрация его в почве составляет 0,05 мг/кг.

2. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения почв, в которых присутствуют:

Элемент (валовые формы) песчаные почвы	Pb	Cd	Hg	Ni	Zn	Cr ⁺⁶	Mn	V
Концентрация, мг/кг	48	0,15	2,3	40	65	0,03	1800	200

3. Установите опасность загрязнения почв. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения почв, в которых присутствуют (валовое содержание):

Элемент	Кадмий	Свинец	Цинк	Мышьяк	Ртуть	Никель	Медь	Ванадий	Марганец
Концентрация валовых форм, мг/кг почвы	0,85	21,2	10,06	1,37	0,013	14,05	16,16	700,89	81,1

4. Рассчитайте интегральный оценочный балл загрязнения почв, в которых присутствуют:

Элемент (подвижные формы)	Pb	Cr ⁺³	Co	Ni	Zn	Cu
Концентрация, мг/кг	18	12,5	6,3	6,5	45	5,1

В расчетах использовать в качестве фоновых концентраций среднее содержание химических веществ в почве.

Расчет целесообразно свести в таблицу:

Элемент (подвижные формы)	Pb	Cr ⁺³	Co	Ni	Zn	Cu
Концентрация в почве, мг/кг	10	200	10	40	50	20
Фоновая концентрация, мг/кг						
ПДК (ОДК), мг/кг						
K _i						
D						

D_{фон} =

B =

5. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения почв, в которых присутствуют:

Элемент (валовые формы) песчаные почвы	Pb	Cd	Hg	Ni	Zn	Cr ⁺⁶	Mn	V
Концентрация, мг/кг	48	0,15	2,3	40	65	0,03	1800	200

Задание 4.

1. Дайте санитарно-гигиеническую оценку постоянного шума на территории, прилегающей к зданию больницы, если фактические уровни звукового давления составляют 89,90,78,76,74,70,68, 66, 62 дБ.

2. Эквивалентный уровень звука, создаваемый транспортным потоком на площадке отдыха на территории санатория, составляет 34 дБА, максимальный – 52 дБА. Дайте санитарно-гигиеническую оценку.

3. Фактические уровни звукового давления в октавных полосах частот на территории, прилегающей к жилым домам, составляют

f _{ср} , Гц	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L, дБ	88	74	66	58	54	45	44	42	40

Шум тональный, день. Дайте санитарно-гигиеническую оценку

4. Уровень звуковой мощности источника шума в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц составляет 92 дБ. Источник с равномерным излучением шума расположен на поверхности земли. Расстояние от источника шума до расчетной точки (РТ) составляет 120 м. Рассчитайте уровень звукового давления в РТ.

5. Осевой вентилятор, расположенный в двухгранном углу, образованном конструкциями зданий и поверхностью территории, имеет уровень звуковой мощности в октавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц 98 дБ. Рассчитайте уровень звукового давления в РТ, расположенной на расстоянии 75 м. Шум распространяется в жилой застройке.

6. Источник с равномерным излучением шума расположен в жилой застройке на поверхности земли. Уровень звуковой мощности источника

Среднегеометрические частоты октавных полос частот, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_p^{\text{изл}}$, дБ	85	88	79	84	96	98	102	105

Расчетная точка расположена на площадке отдыха в микрорайоне на расстоянии 130 м от источника шума. Дайте санитарно-гигиеническую оценку.

7. Рассчитайте радиус ареала шумленности от точечного источника шума, расположенного в жилой застройке. Эквивалентный уровень звука, создаваемый источником шума, составляет 88 дБА. Шум распространяется над территорией, покрытой асфальтом.

8. Рассчитайте радиус ареала шумленности от линейного источника шума, эквивалентный уровень звука которого составляет 85 дБА. Шум распространяется над газоном. Объект шумозащиты – территория, прилегающая к зданиям санатория.

9. Дайте санитарно-гигиеническую оценку шума в жилой застройке (территории, прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий, источник шума – транспортный поток), если измеренные уровни звука составляют 78, 85, 48, 92, 78, 86, 88, 79, 91, 67 дБА..

Критерии оценки (в баллах):

Критерии оценивания контрольной работы	Количество баллов
Студент выполнил работу без ошибок и недочетов; допустил не более одного недочета	5
Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов;	4
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;	3
Студент правильно выполнил менее половины работы	2

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная учебная литература

1. Рябухина, Е. В. Оценка воздействия на окружающую среду / Е. В. Рябухина; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2010. – 60 с.
2. Ивонин, В. М. Оценка воздействия на окружающую среду: учебное пособие / В. М. Ивонин. — Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021. — 93 с.

5.2 Дополнительная учебная литература

3. Зимин, Ю.С. Система стандартов и нормативов в области охраны окружающей среды

[Электронный ресурс]: курс лекций / Ю.С. Зимин; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/Zimin_Sistema_standartov_i_normativov_v_OOOS_kl_2018.pdf>.

5.3 Перечень методических указаний

5.4 Другие учебно-методические материалы

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. grn.gov.ru - Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Республике Башкортостан
2. <http://www.ecologysite.ru> – экологический портал России и стран СНГ
3. <http://www.meteo.ru/> - гидрометеорологические данные России

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 204	Лекции	Демонстрационное оборудование: доска, Специализированная мебель: столы, стулья.
Лаборатория общей химии	Лабораторные занятия	Демонстрационное оборудование: доска, проектор – 1 шт., переносной экран – 1 шт. Специализированная мебель: столы, стулья. Приборы и оборудование: установка титровальная – 3 шт., рН метр – 1 шт., центрифуга – 1 шт., весы аналитические – 1 шт., весы электронные – 1 шт., набор ареометров – 1 шт., электроплитка – 1 шт., термометры – 5 шт., лабораторная посуда, хим. реактивы. Учебно-наглядные пособия